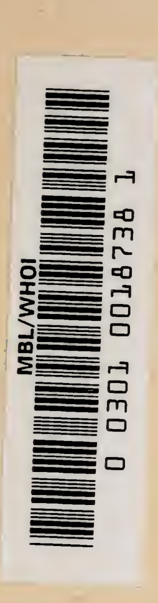



EDWD. L. MARK.



HANDBUCH der vergleichenden Anatomie.

Leitfaden

bei academischen Vorlesungen und für Studirende

von

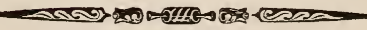
Eduard Oscar Schmidt,

Doctor der Philosophie, der Medicin und Chirurgie, k. k. o. ö.
Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an
der Universität zu Gratz.

Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet
der andern;
Und so deutet der Chor auf ein geheimes
Gesetz.

Goethe.

Vierte vielfach umgearbeitete Auflage.



Jena,
Druck und Verlag von Friedrich Mauke.
1859.



Vorwort.

Die diesem Handbuche gewordene Anerkennung bei Docenten und Studenten hat es möglich gemacht, es bisher immer jung zu erhalten. Da aber seine Brauchbarkeit in der Uebersichtlichkeit und Kürze beruht, so ist jede neue Auflage mit vergrösserten Schwierigkeiten verbunden. Es sind nur vier Jahre zwischen dieser und der dritten verflossen, und doch habe ich wieder ganze Kapitel umgearbeitet und an drei- bis vierhundert Stellen Abänderungen treffen und Verbesserungen anbringen müssen. Trotzdem hat die Bogenzahl genau dieselbe bleiben können.

Von dem mir vorschwebenden Ziele bin ich noch weit entfernt. Ich würde Besseres leisten, die Arbeit mehr abrunden können, wenn mir immer die besten und neuesten Hülfsmittel ohne Weiteres zu Gebote ständen. So aber befinde ich mich in der Lage Eines, der auf äussersten Vorposten nur mit grosser Mühe und auf Umwegen sich von den Dingen im Hauptquartier unterrichten kann.

Unter den mit der vergleichenden Anatomie im engsten Zusammenhange stehenden Disciplinen hat in den letzten Jahren keine so bedeutende Fortschritte gemacht, als die Histiologie der Thiere. Ich brauche nur an Leydig's vortreffliches Werk zu erinnern, an seine neuesten Ergänzungen aus der Insektenanatomie, an Max Schultze's Arbeiten. Mein Handbuch kann sich natürlich nicht indifferent dagegen verhalten, doch würde es seinem Charakter ganz ungetreu werden und seinen Zweck, den es als einführender Leitfaden verfolgt, aus den Augen verlieren, wollte es die Resultate der vergleichenden Histiologie mehr als andeuten.

Die Stellung unserer Wissenschaft im Allgemeinen hat sich jüngst nicht wesentlich geändert. Eine gewisse Richtung der Physiologie, welche Grosses leistet, blickt auf die vergleichende Anatomie etwas verächtlich herab und giebt vor, sie wenig oder nicht zu

brauchen. Wer sich etwas mit der Geschichte der Wissenschaften beschäftigt hat, was wir gethan, den wird eine solche Erscheinung weder verwundern noch ängstigen. Wo neue Bahnen eingeschlagen werden, vergisst man für einige Zeit leicht, was die alten werth sind; und vor Allem, muss man sich sagen, ist die vergleichende Anatomie nicht um der Physiologie, sondern um ihrer selbst willen da.

In Wissenschaft und Leben gilt derselbe goldene Spruch:

Irrthum verlässt uns nie, doch zieht ein höher Bedürfniss
Immer den strebenden Geist leise zur Wahrheit hinan.

Gratz im Mai 1859.

Oscar Schmidt.

Einleitung.

Kurze Uebersicht über den Entwicklungsgang der vergleichenden Anatomie.

Die Grundzüge einer wissenschaftlichen Zoologie, basirt auf die physiologische Vergleichung und die vergleichende Anatomie, wurden zum ersten Male von **Aristoteles** (383—322 v. Chr.) entworfen. Er zerlegte sich das Thierreich in natürliche Gruppen (*γένη μέγιστα*), nämlich: Schalthiere (*ὀστρακόδερμα*), Insecten (*ἔντομα*), Krustenthiere (*μαλακόστρακα*), Weichthiere (*μαλάκια* = Cephalopoden), Fische (*ἴχθυες*), Wale (*κήτη*), Vögel (*ὄρνιθες*), eierlegende Vierfüsser (*τὰ φολιδωτά*, *τὰ τετράποδα καὶ ᾠοτόκα*) und lebendig gebärende Vierfüsser (*τετράποδα ζωοτόκα*). Zwischen ihnen stehen gewisse Uebergangsformen, als Affe, Fledermaus, Seehund, Strauss, Krokodil, Schlangen, Nautilus, Einsiedlerkrebs und einige zu den Pflanzen führende Thiere. Diese *γένη μέγιστα*, auch *γένη*, zerfällt er in Untergruppen, *γένη* und *εἴδη*, immer mit dem ausgesprochenen Bestreben, in den angezogenen Merkmalen die Wesenheit (*οὐσία*) seiner Gattungen und Arten ausgedrückt zu haben. Specifisch vergleichend anatomisch ist seine Vergleichung nach der Analogie (*τὸ ἀνάλογον*), und zwar handhabt er diese Methode besonders

in der Schrift „über die Theile der Thiere“. Das Gesetz vom Gleichgewicht der Organe, worauf sich Geoffroy St. Hilaire so viel zu gute gethan hat (siehe unten), ist von Aristoteles schon mit klaren Worten ausgesprochen worden *). Dabei hatte er von Einzelheiten überraschend richtige Kenntniss, so über die Anatomie und Geschlechtsverhältnisse der Cephalopoden, über Entwicklung der Vögel und Fische. Allein bei seinen grundfalschen Ansichten z. B. über die Function des Herzens, worin das Blut gekocht werden soll, und über das Hirn und die Athmungsorgane, worin er das heisse Blut abgekühlt werden lässt, darf man natürlich eine einigermassen der Wirklichkeit entsprechende Physiologie und vergleichende Anatomie nicht erwarten.

Wie dem aber auch sei, als Erfinder einer genialen Methode auf naturwissenschaftlichem Gebiete war Aristoteles der Zeit vorausgeeilt. Und wenn auch im 16. und 17. Jahrhundert das aristotelische, freilich bis auf unsere Tage vielfach missverstandene System für die Zoologie ein höchst fruchtbarer Durchgangspunkt wurde, so arbeitete sich doch die vergleichende Anatomie, welche bis gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts geschlummert hatte, unabhängig von jenen Leistungen des Aristoteles empor.

Zwar von Hippokrates bis Galen, von diesem an das ganze Mittelalter hindurch hatten die Aerzte zu ihren anatomischen Studien sich hauptsächlich der Thiere bedienen müssen; und so kann man sagen, dass die alten Anatomen nothgedrungen auf die Zootomie und mit ihr auf die vergleichende Anatomie kamen. Es ist daher

*) *Πανταχοῦ γὰρ ἀποδίδωσι (ἡ φύσις) λαβοῦσα ἑθέρωθεν πρὸς ἄλλο μεριον.* De part. animal. II. 14.

eigentlich unmöglich, die Anfänge dieser Wissenschaft an eine Jahreszahl oder einen Namen anzuknüpfen. Will man diess dennoch thun, so ist als das erste, eine Grundlage bildende Werk die Zootomie *(Zootomia Democritaea.* 1645) des Neapolitaners Marco Aurelio Severino (1580—1656) zu nennen, in welcher das Verhältniss der Zootomie zur Anatomie des Menschen normirt, die Berechtigung und die Vortheile der ersteren besprochen, ihr die Rechte ausdrücklich zuerkannt werden, welche die grossen Anatomen aus dem 16. und der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts ihr stillschweigend schon eingeräumt hatten.

Ungleich wichtiger ist aber der geistreiche englische Anatom Thomas Willis (1622—1675), der im wahren Wissensdrange, unbefriedigt von dem bisherigen Treiben in der Anatomie und Physiologie, die Hoffnung auf die Lösung der höchsten Probleme jener Disciplinen in die vergleichende Anatomie setzte, auch zum ersten Male den Namen *Anatomia comparata,* den Franz Baco früher in anderem Sinne gebraucht, in der noch heute gebräuchlichen Bezeichnung anwendete. Seine vergleichenden Zergliederungen erstreckten sich auf fast alle Hauptabtheilungen des Thierreichs.

Bald nach ihm war das Princip der vergleichenden Anatomie als einer der Medicin unentbehrlichen Hülfswissenschaft allgemein anerkannt, wovon nnter andern das System der Anatomie *(A systeme of anatomy.* 1685*)* von Samuel Collins Zeugniss giebt. Ihm erscheint der Mensch als eine Epitome der Schöpfung, und wiederum in den Insecten und anderen niederen Thieren sieht er eine Epitome des menschlichen Baues. Die Thiere hält er für mehr oder weniger vollkommen, als sie dem

Menschen sich mehr oder weniger nähern, und der menschliche Bau ist ihm ein Maassstab jeder Bestimmung des Werthes und Ranges der Thiere.

Haben wir eben angedeutet, wie die vergleichende Anatomie aus ältern Elementen der wissenschaftlichen Medicin sich herausbildete, so sind daneben einige andere Momente und Richtungen nicht zu vergessen, die zu jenen Zeiten auf die Naturwissenschaft überhaupt und im Besonderen auch auf die vergleichende Anatomie einwirkten. Durch die philosophischen Lehren von Baco und Descartes waren die Geister zur Selbständigkeit und zum kritischen Forschen angeregt, und man wagte es jetzt erst, sich gegen den Wust hergebrachter Gelehrsamkeit aufzulehnen und sich die Natur gewisser Maassen zu reconstuiren. Dazu war nichts günstiger, als die Erfindung der Microscope. Eine bisher fast völlig im Dunkeln gelegene Seite der Zoologie, die niedere Thierwelt, wurde nunmehr erst erschlossen, und desswegen gehören die Namen eines Malpighi (1628—1694), Swammerdam (1637—1680) und Leeuwenhoeck (1632—1723) auch für die vergleichende Anatomie mit zu den Epoche machenden. Von ihrer Richtung influirt und unmittelbar von Malpighi entlehnend hat Willis die niedere Thierwelt in das Bereich der Vergleichung gezogen. Malpighi ist berühmt als Insectenanatom und Histiolog, Swammerdam steht eigentlich noch heute als Insectenanatom unerreicht da, und Leeuwenhoeck ist mit dem ersteren der Gründer der Histiologie, so wie er durch die Entdeckung der Zoospermien zu einem höchst lebendigen Forschen in der Entwicklungsgeschichte Anlass gab.

Die Jahrzehnte, welche auf die genannten Männer folgten, hatten mit der Verarbeitung des von ihnen Ge-

leisteten zu thun, so dass die vergleichende Anatomie von da an bis fast gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts keine eigentlichen Fortschritte machte. Ihre Wiederbelebung beginnt mit der Begründung der wissenschaftlichen Experimentalphysiologie durch den grossen Haller (1708—1777); durch ihn wurde von Neuem die vergleichende Anatomie als Hülfswissenschaft der Physiologie sanctionirt, während auf der anderen Seite unabhängig von diesem Nebenzwecke diese Wissenschaft durch Buffon's (1707—1788) laut ausgesprochene Idee von der Einheit im thierischen Bau in eine neue Phase einlenkte.

Ein sehr fruchtbares leitendes Princip war mit dem Gedanken, dass aller thierischen Organisation ein gemeinsamer Bauplan zu Grunde läge, direct gegeben, wiewohl die in dieser Richtung damals arbeitenden vergleichenden Anatomen gleich anfangs es darin versahen, dass sie in dieser gesuchten Einheit zwischen der Uebereinstimmung der Gestaltungen und den gemeinsamen physiologischen Charakteren der Organismen nicht scharf unterschieden.

Vor Allem war die Feststellung des Thatsächlichen Bedürfniss, und im Gebiete der Wirbelthiere thaten sich ausser Daubenton (1716—1799), dem Freunde und Mitarbeiter Buffon's, besonders Camper (1722—1799) und Al. Monro (1732—1817) hervor, jener durch verschiedene, besonders die Säugethiere betreffende Untersuchungen, dieser durch eine vortreffliche vergleichende Anatomie der Fische. In die achtziger Jahre fällt auch die Glanzperiode Blumenbach's, welcher der Erste war, der besondere academische Vorlesungen über vergleichende Anatomie hielt, während sie bis dahin nur gelegentlich im Cursus über die menschliche Anatomie abgehandelt worden war.

Den Versuch, das ganze Lehrgebäude der vergleichenden Anatomie zu errichten, machte der pariser Anatom Vicq-d'Azyr (1748—1794), indem die Vergleichung der Thiere unter einander sowohl als die bisher ganz vernachlässigte Vergleichung der Organe eines und desselben Thieres mit einander, auf die zur selben Zeit auch Goethe drang, in ihm den von Buffon adoptirten Gedanken an den gemeinsamen Plan der thierischen Organisation, das thierische Urmodel, befestigten. Zur consequenten Durchführung des Werkes fehlte es jedoch ihm und seiner Zeit überhaupt namentlich an der Kenntniss der wirbellosen Thiere, und überdiess wurde es, kaum begonnen und disponirt, durch Vicq-d'Azyr's zu zeitigen Tod unterbrochen.

An ihn reiht sich in dem Bestreben, die Resultate der vergleichenden Anatomie gleich zu einer allgemeinen Physiologie auszudehnen und die Gesetze der Organisationen danach festzustellen, der geniale Kielmeyer an (1765—1844), Professor an der Carlsschule in Stuttgart.

Bis dahin war die Idee von einem Urplane des thierischen Baues immer nur eine Behauptung gewesen. Der Erste, welcher einen in's Einzelnste gehenden Beweis davon unternahm und hartnäckig verfolgte, war Etienne Geoffroy Saint Hilaire (1772—1844), ein Schüler Hauy's und Daubenton's, seit 1793 Professor am pariser Pflanzengarten und einer der wissenschaftlichen Theilnehmer am ägyptischen Feldzuge, 1798—1801. Sein Hauptwerk ist die sogenannte „Anatomische Philosophie" *(Philosophie anatomique. 2 vol. Paris* 1818. 1822*)*, worin nach den Grundsätzen einer, wie er und seine Anhänger behaupten, neuen und eigenthümlichen Philosophie zunächst die vollständige Unabänderlichkeit des Grundpla-

nes der Wirbelthiere dargelegt werden sollte. Die leitenden Principien sind 1) das, dass bei den verschiedenen Thieren die Organe und Theile der Organe immer dieselbe Lage zu einander behaupten *(principe des connexions)*, und 2) dass jede Vergrösserung und Ausdehnung eines Organes immer nur auf Kosten eines anderen geschehe *(principe du balancement des organes)*. Damit verbindet Geoffroy Saint Hilaire eine dritte Voraussetzung, dass nämlich in jeder Familie, wenigstens der grösseren Abtheilungen des Thierreiches, alle die Materialien oder Theile des Organismus sich wiederfinden, wie sie in jeder anderen Familie auch vereinigt sind *(théorie des analogues)*, womit dieser sogenannten französischen Naturphilosophie aber die Spitze abgebrochen wird, da das als ein Fundamentalprincip aufgestellt wird, auf dessen Beweis Alles ankommt.

Einer der anregendsten Gedanken, den Geoffroy Saint Hilaire, auch Kielmeyer, ausgesprochen, ist der, dass die niederen Thiere fötale Zustände der höheren repräsentirten, oder, mit anderen Worten, dass die höheren Thiere in ihrer Entwicklung den unter ihnen stehenden Thiergruppen glichen.

Ungleich consequenter und umfassender als die aus einigen Hypothesen bestehende anatomische Philosophie der Franzosen ist die deutsche durch Schelling angeregte, in Lorenz Oken (1774—1851) culminirende Naturphilosophie, welche ebenfalls unmittelbar in die vergleichende Anatomie, als der Wissenschaft von den Gesetzen der thierischen Organisation, eingreift. Die fruchtbarste Periode Oken's fällt in die Zeit seines jenaischen Aufenthaltes, wohin er 1807 von Göttingen berufen wurde. Gerade wegen der Ausdehnung und des stetigen Zusam-

menhangs des Oken'schen Systems müssen wir es uns hier versagen, auch nur die Umrisse davon mitzutheilen. Was die Thierwelt angeht, so ist ihm der Mensch, in welchem der Begriff des Organismus am vollendetsten zur Erscheinung kommt, das höchste Thier, der Inbegriff aller Thiere, welche losgelöste, selbständig gewordene Organe des höchsten Thieres sind. Die Thiere, sagt er, werden edler, je mehr Organe sich vom Hauptthier zusammen lostrennen und sich vereinigen. Die Thiere vervollkommnen sich nach und nach, indem sie Organ an Organ setzen, ganz so, wie sich der einzelne Thierleib vervollkommnet.

Wenn auch das Oken'sche System als Ganzes sich nicht hat behaupten können, so hat es doch den Werth, selbst seine Gegner in fruchtbarster Weise angeregt zu haben. Es kann Niemand läugnen, dass die Entwicklungsgeschichte durch ihn bedeutend gefördert ist, und noch augenscheinlicher hat er durch seine in der Consequenz des Systemes liegende Wirbeltheorie gewirkt, ein Feld, auf welchem er sich mit Goethe begegnete.

Trotz aller der genannten Vorgänger und seiner Mitarbeiter darf George Cuvier (1767—1832) als der Schöpfer der neueren wissenschaftlichen Thierkunde und vergleichenden Anatomie angesehen werden. In Mömpelgardt geboren war Cuvier auch der Erziehung nach ein Deutscher, da er 1784 bis 1788 seine Ausbildung auf der Carlsacademie in Stuttgart empfieng. Später, bis 1795, hielt er sich als Hauslehrer in der Normandie auf, hatte häufig Gelegenheit, längere Zeit am Meere zu verweilen, und lag hier seinen Lieblingsstudien, den zootomischen, ob, wurde auch während dieser Zeit durch seinen Freund Pfaff mit Kielmeyer's Heften bekannt gemacht, die ohne Zweifel

ihm wichtige Fingerzeige für seine Untersuchungen und Ansichten an die Hand gegeben.

Nachdem der Abbé Tessier auf ihn, als auf einen schon damals höchst bedeutenden Menschen aufmerksam gemacht, zog man ihn, den Hofmeister, nach Paris, wo nach wenigen Monaten sein Ruf dem der berühmtesten Naturforscher glich. Er wurde 1799 Daubenton's Nachfolger als Professor der Naturgeschichte am Collége de Françe und 1802 Professor am Pflanzengarten.

Cuvier hatte sich die Aufgabe gestellt, die systematische Zoologie mit der vergleichenden Anatomie zu verschmelzen, die eine durch die andere zu erläutern und auf diesem Wege zum Besitz des sogenannten natürlichen Systems als des wahren Ausdruckes der Natur zu gelangen. Er sah, dass er nicht Zoolog sein konnte und die Verwandtschaften und Unterschiede der Thiere genügend hervorheben, wenn er nicht die anatomischen Einzelheiten erforschte; nur nach gewonnener Einsicht in das ganze Thier durch die Verbindung der inneren und äusseren Merkmale hoffte er ein richtiges systematisches Gebäude aufzuführen, und so theilte er das Thierreich nicht nach einem einseitigen Gesichtspuncte ein, wie mehr oder minder alle seine Vorgänger und Zeitgenossen, sondern nach der Gesammtorganisation.

Damit sprach er es aus, dass man nur so weit Zoolog sein könne, als man vergleichender Anatom ist, und als solcher trachtete er, das Lebendige und wahrhaft Geistige an dem Thiersystem, die gemeinsamen Momente der Organismen, die gemeinsamen Gesetze der Organisation hervorzuheben.

Denn die vergleichende Anatomie ist, mit Cuvier zu reden, die Erforschung der Gesetze der thierischen

Organisation und der Veränderungen, welche diese Organisation in den verschiedenen Arten erfährt *(— l'étude de l'anatomie comparée, c'est à dire des lois de l'organisation des animaux et des modifications que cette organisation éprouve dans les diverses expèces).* Cuvier war also nichts weniger als das, was man einen crassen Empiriker nennt, und wozu man ihn und die Anhänger seiner Methode hätte stempeln mögen. Er suchte, trotz einem Philosophen, in der Mannigfaltigkeit der Formen das Princip der Einheit, die Ideen zu finden, welche die Natur in der Bildung der Organe und Organsysteme zur Erscheinung brachte und in's Unendliche modificirte und variirte.

Und mit ihm sucht unsere Wissenschaft die Gesetze der Organisation dadurch zu begreifen, dass sie die Veränderungen dieser Organisation neben und nach einander vergleicht, das Wesentliche von dem Unwesentlichen scheidet, das Typische hervorhebt.

Die Angelpuncte des Cuvier'schen Thiersystems und seiner vergleichenden Anatomie, um welche sich auch die neuere Entwicklung seit Cuvier gedreht hat, sind seine vier thierischen Typen oder Grundformen, wovon im folgenden Abschnitt dieser Einleitung das Nähere. Unter den leitenden Maximen, deren er sich, in Ermangelung der mit absoluter Sicherheit vorwärts schreitenden mathematischen Methode, bediente, ist vor allen das Princip des Endzweckes zu nennen *(principe des causes finales)*, wonach er aus einem oder einigen gegebenen Organen sich die übrigen und den gesammten Organismus, als in nothwendiger Harmonie damit stehend, combinirte, ein Princip, das seine grössten Triumphe in der auch von Cuvier geschaffenen vergleichenden Paläontologie feierte.

Ein Zeitgenosse und würdiger Nebenbuhler Cuvier's diesseits des Rheins war Johann Friedrich Meckel (1781—1833), dessen System der vergleichenden Anatomie jedoch leider unvollendet geblieben.

Der Geschichte der vergleichenden Anatomie gehört nun leider auch schon der grösste Physiolog und vergleichende Anatom unseres Jahrhunderts an, Johannes Müller (geb. 14. Juli 1801, gest. 28. April 1858). In ihm, wie in keinem Anderen, sind die neueren und neuesten Phasen und die glänzenden Fortschritte der vergleichenden Anatomie bis zur Gegenwart verkörpert. Seine Leistungen zeigen die schnelle Klärung naturphilosophischer Anschauung und Behandlung zur besonnensten Forschung und exactesten Methode in der Verfolgung grosser zeitgemässer Aufgaben. Den Neubau der Physiologie aufführend machte er die von Haller und Anderen angestrebte Durchdringung derselben mit der vergleichenden Anatomie zur Wahrheit. Diese Richtung musste ihm die Entwicklungsgeschichte näher legen, als es einem seiner Vorgänger geschehen war: und Entwicklungsgeschichte ist das Losungswort der neueren vergleichenden Forschung gewesen. Mit ihrer Leuchte bewältigte er die schwierigsten Partieen der niederen Thierwelt, und eben war er daran, in ihre Systematik reformatorisch einzugreifen. So ganz hatte der Zoolog in ihm den Physiologen verdrängt, dass er uns ein wundersames Bild der geschichtlichen Entwicklung unserer Wissenschaft giebt, die von ihrer anfänglichen gänzlichen Dienstbarkeit und Abhängigkeit von der menschlichen Anatomie und Physiologie zu jener Selbständigkeit herangewachsen ist, die überhaupt eine Disciplin den benachbarten gegenüber erreichen soll.

J. B. Meyer, Aristoteles Thierkunde. Berlin, 1855.
O. Schmidt, Die Entwicklung der vergleichenden Anatomie. Jena, 1855.

Die Grundformen der Thiere.

Während die Pflanze sich selbst gleichsam zur Schau trägt oder durch eine offene Verhüllung ihrer Organe den Blick anlockt, dass er mit Befriedigung und Wohlgefallen auf dem harmonischen Wechsel schöner Linien und Flächen ruht, verschliesst das Thier die Werkzeuge, an welche die verschiedenen Aeusserungen des Lebens gebunden sind, nach Innen. Die Gestalt ist, wie es scheint, das Untergeordnete, nur im Dienste der inneren Vorgänge, nicht das alleinige Resultat derselben. Und wenn wir im Allgemeinen die ganze Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen als plastisch schön betrachten können, so müssen wir wohl von den Thiergestalten sagen, sie seien zweckmässig. Daher kann auch eine nicht streng wissenschaftliche Beschäftigung mit den äusseren Erscheinungen der Pflanzenwelt fesseln, weil das ästhetische Gefühl dabei in hohem Maasse seine Rechnung findet, kaum aber vermögen die blossen Thierformen länger unser tieferes Interesse in Anspruch zu nehmen, wenn sie nicht in ihrer unzertrennlichen Beziehung zum innern Organismus aufgefasst werden. Geschieht aber diess, und gewährt uns eine solche Anschauung zugleich eine Einsicht in die natürliche Gliederung der empfindenden Wesen, aus denen durch das Ebenmaass leiblicher Bildung und den ihr eingepflanzten Funken der Gottheit der Mensch hervorragt, so wird damit wohl ein höheres Bedürfniss genährt und befriedigt.

Die Thierwelt ist um so viel reicher an Formen als die Pflanzenwelt, als sie reicher an Artenzahl ist. Jedes an das lebendige Durcheinander nicht gewöhnte Auge findet sich in einer mässig grossen Anzahl verschiedener Thiergestalten nicht zurecht; und wenn es, um dem Unbehagen der Unordnung zu entgehen, einen Versuch der Zusammenstellung des möglichst Gleichartigen macht, so wird dieser Versuch ein höchst misslungener sein, um so mehr, je äusserlicher und unwesentlicher die Merkmale waren, nach denen die Zusammenstellung zu einem System unternommen wurde. Die Geschichte der Zoologie ist überreich an solchen misslungenen Systemen; es zeigt sich in ihr der Prozess, den der Einzelne durchzumachen hat, vom ersten rohen sinnlichen Erfassen eines Gegenstandes bis zum geistigen Durchdringen.

Eine Phase der wissenschaftlichen Zoologie, welche zuerst in Buffon ihren beredten Ausdruck fand, ist das Bestreben gewesen, die gesammten Thiere als subordinirte Glieder einer ununterbrochenen Stufenfolge aufzufassen. Von der unvollkommensten Monade bis zum vollendetsten Säugethiere solle eine stetige Reihe gebildet sein, in der je zwei noch so verschiedene Formen durch die zwischen ihnen liegenden Glieder direct mit einander verbunden würden, und die ihren höchsten Abschluss im Menschen habe. Der Mensch und alle Thiere, sagte Buffon, würden unter diesem Gesichtspuncte als Glieder einer und derselben Familie erscheinen.

Man kann selbst ohne tieferes Eingehen diese Theorie ad absurdum führen und es mag uns unbegreiflich erscheinen, wie sie so lange und ernstlich hat vertheidigt werden können. Der Grund lag, wie wir oben angedeutet, in der Vermengung der physiologischen und

der morphologischen Einheit. Machen wir den Versuch, das Thierreich in eine ununterbrochene Reihe zu bringen. Es ist Jedem geläufig, die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische so hinter einander zu nennen, und man kann auch nicht im Zweifel sein, dass sie, wenn man den Menschen als Maassstab für sie nimmt, so im Range folgen. Ein Fisch muss natürlich der letzte sein, und auch da ist kein Zoolog unschlüssig, dem *Amphioxus lanceolatus* diese Stelle anzuweisen *). Dieses einen bis zwei Zoll lange, in den europäischen Meeren lebende Thierchen wurde von seinem Entdecker für eine Schnecke gehalten, und schon daraus ist zu entnehmen, dass nicht viel Fischähnliches und noch weniger Menschenähnliches an ihm ist. Es hat kein eigentliches Hirn, kein Herz, in der Jugend sogar keine Gefässe. Wird es aber schon schwer, den *Amphioxus* an die übrigen Fische anzureihen, so ist es ganz unmöglich, von ihm ungezwungen die Reihe weiter abwärts steigen zu lassen. Sollen etwa an den jämmerlichen augenlosen Fisch sich die glänzenden, gegliederten, beweglichen Insecten anschliessen mit ihren wunderbaren, musivisch zusammengesetzten Augen, oder die gewaltigen Tintenschnecken, mit Sehwerkzeugen begabt, die an Künstlichkeit des Baues und demnach wahrscheinlich an Güte der Leistung den unserigen kaum nachstehen.

Beispiele dieser Art für die Nothwendigkeit der Unterbrechung der continuirlichen Reihenfolge im Thierreich lassen sich leicht häufen; man gelangt mit der Zurückführung auf eine Stufe, einen Urplan nimmermehr zu einem befriedigenden Ausgange aus dem Formenlabyrinth.

---

*) Agassiz hat jüngst die Vermuthung ausgesprochen, *Amphioxus* sei die Larve eines Cyclostomen.

Cuvier und C. E. von Bär haben gelehrt, wie das anzufangen sei.

Warum kommen wir vom Menschen auf den, wie es scheint, auch nicht den Schatten des menschlichen Baues an sich tragenden *Amphioxus?* Weil dieser doch, gleich dem Menschen, ein Rückenmark besitzt, umgeben von einer häutigen Scheide, welche, aus der Entwicklungsgeschichte nachweisbar, der Wirbelsäule des Menschen und der verwandten Thiere entspricht. Und weil für den Kreis aller dieser Thiere das Rückenmark mit der Wirbelsäule das unveräusserliche Merkmal ist, der Tragebalken des ganzen Gebäudes, das gesetzgebende Moment für ihren Bau, so nennen wir diese Thiere

Wirbelthiere

und sprechen damit aus, dass alle übrigen, die Nichtwirbelthiere oder wirbellosen Thiere, zwar gewisse physiologische Charaktere mit jenen gemein haben, dass sie aber zunächst doch einen Gegensatz zu den Wirbelthieren bilden, weil ihnen das dort die Form und die Structur Bestimmende fehlt, die Art ihrer Gestaltung mithin von anderen Momenten abhängig ist.

Mit der Eintheilung in Wirbelthiere *(animalia vertebrata)* und Wirbellose *(animalia avertebrata)* ist schon viel gewonnen; sie ist jedoch nur auf der einen Seite eine natürliche, auf das Wesen der Organisation begründete. Auf der andern Seite ist wegen des bloss negativen Kennzeichens keine Bürgschaft der Uebereinstimmung, es ist auch von vorn hinein unwahrscheinlich, dass sich nach alleiniger Elimination der Wirbelthiere die übrigen als Variationen nur eines Grundthemas herausstellen sollten.

Als Repräsentanten zweier anderer Grundformen oder

Typen mögen uns nun eine Muschel und ein Käfer dienen. Was an ihnen beiden als individuell charakteristisch sich hervorhebt, gilt mit einigen Modificationen von den ganzen Kreisen.

An der Muschel sind einzelne Körperabschnitte und Abgliederungen nicht zu unterscheiden; das Thier ist so in sich concentrirt, scheint so ganz nur zum Vegetiren bestimmt, dass der von manchen Zoologen der Abtheilung gegebene Name der „Bauchthiere“ seine gewisse Berechtigung hat. Die beiden Schalenhälften lassen sich unschwer vom Körper trennen, und dann sieht man, dass derselbe von ein Paar grossen Hautfalten, dem Mantel, umgeben wird. Diese Neigung zu mantelartigen Faltenbildungen der Hautbedeckungen ist für alle den Muscheln verwandte Thiere charakteristisch. In ihrem Nervensystem bildet zwar ein den Schlund umgebender Ring den Hauptbestandtheil, aber die dem folgenden Typus charakteristische Bauchganglienkette fehlt. Die Muschel und ähnliche Thiere gehören zum Typus der

Weichthiere.

Der Käfer dagegen zerfällt nicht nur in drei bestimmt geschiedene Körperabschnitte, bei näherer Besichtigung nimmt man wahr, dass wenigstens Brust und Hinterleib wiederum aus einzelnen Ringen oder Gliedern zusammengesetzt sind, welche durch die erstarrte, zum Scelet gewordene Körperbedeckung gebildet werden. Aber nicht nur der Rumpf, auch die Gliedmassen und andere Anhängsel nehmen an dieser Gliederung Theil; die Beine, die Fühlhörner, die Fresswerkzeuge bestehen aus gelenkig an einander gefügten Ringen oder Cylindern. Die äussere Gliederung entspricht aber der Form des Nervensystems. Der Käfer besitzt nämlich längs der Unter-

seite die sogenannte Bauchganglienkette, eine Wiederholung gleichartiger Elemente; ein vorderer, durch zwei Paar Nervenknoten und ihre Verbindungsstränge gebildeter Ring umfasst den Schlund. Wir haben im Käfer den Repräsentanten einer dritten Grundform, derjenigen der

Gliederthiere.

Zu den Gliederthieren rechnete Cuvier ausser den Insecten, Spinnen und Krebsen auch den grössten Theil der Würmer, von welchen letzteren er dagegen in nicht zu rechtfertigender Weise die Eingeweidewürmer abzweigte, um sie mit seinem Typus der Strahlthiere zu vereinigen. Es sind physiologische und morphologische Gründe genug vorhanden, um die gesammten

Würmer

als einen eignen Typus den übrigen anzureihen. Ihr Körper zerfällt zwar oft noch in Segmente und Ringe, diese verhalten sich aber fast indifferent gegen einander, beinahe gleichwerthig vom Kopf bis zum Hinterende, und in ihnen wiederholen sich daher oft die inneren Organe in einer Weise, wie es bei den eigentlichen Gliederthieren nie statt findet. Nie besitzen die Würmer gegliederte Anhänge als Bewegungsorgane, letztere bestehen bei ihnen vielmehr hauptsächlich in einer allgemeinen subcutanen Musculatur, während unter andern die bei ihnen sehr zurücktretende Bedeutung des Chitins*) und dagegen das mannichfache Vorkommen von inneren und äusseren Flimmerorganen wichtige physiologische Abzeichen von den Gliederthieren geben. Mehrere Klassen der Würmer besitzen gar nicht das vorzüglichste Merkmal der Gliederthiere, die Gliederung.

---

*) In Aetzkali unlösliche, stickstoffhaltige Substanz, $C_{17}H_{14}NO_{15}$.

Wenden wir uns nun zur Feststellung einer fünften Grundform.

Bei den vorhergehenden Typen, selbst bei den meisten Weichthieren, wird der Körper durch eine Längsaxe in zwei symmetrische Hälften zerlegt; die in der Axe liegenden Organe pflegen in der Einzahl, unpaarig, vorzukommen, die übrigen paarig. Bei den Weichthieren ist zwar diese Symmetrie nach der langen Axe des Körpers, nach rechts und links, sehr oft gestört, doch lassen sich auch die scheinbar unsymmetrischsten Gestalten auf das Princip seitlicher Symmetrie zurückführen, und eine grosse Reihe von Schnecken ohne Gehäus und zweischaligen Muscheln giebt den unzweideutigsten Beleg dafür.

In den Strahlthieren lernen wir nun einen durchaus anderen Baustyl kennen. Wer sich nur einige Tage an der Meeresküste aufgehalten, hat gewiss die so häufig von den Wellen an's Land geworfenen Seesterne gesehen, die schon der Name als Strahlthiere bezeichnet. Haben auch einige scharfsinnige Naturforscher auf eine gewisse seitliche Symmetrie, ein Rechts und Links der Asteriden hingewiesen, so veranschaulichen doch gerade sie sehr vollkommen die wesentlichen Sonderheiten des fünften Thiertypus. Der Körper ist nicht durch eine Längsaxe determinirt, und danach sein Vorder- und Hintertheil bestimmt, sondern geordnet um einen Mittelpunct oder um eine Ober- und Unter-, Rücken- und Bauchfläche verbindende Axe, von wo die Organe in mehreren oder vielen Richtungen ausstrahlen. In diesem Centrum pflegt die Mundöffnung zu liegen, umgeben von einem Kreise von Fühlfäden und Tentakeln. Auch die Magenhöhle ist in der Regel eine mittlere, mit oder ohne strahlenförmige Aussackungen und Anhänge, immer in Uebereinstimmung mit der Grundzahl des Strahlensystems.

Bei den flachen Formen der Seesterne ist es von selbst einleuchtend, dass die Unterscheidungen von vorn und hinten ganz zurücktreten, während das Oben und Unten, die Bauch- und Rückenseite sich besonders bemerklich machen, und sich mit Leichtigkeit in dieser Richtung eine Axe denken lässt.

Wir nennen die Seesterne nebst den sich ihnen anschliessenden Formen

Strahlthiere.

Zwar hat Joh. Müller gewichtige Bedenken vorgebracht gegen die Zulässigkeit einer Grundform *Radiata,* allein bis jetzt scheint uns doch das gänzliche Aufgeben des Typus der Strahlthiere noch nicht gerathen. Die Schwierigkeit liegt in der Unterbringung der Infusorien und der den Infusorien verwandten Thiere. Sollten sich die erst in den letzten Jahren ihrer Structur nach etwas bekannt gewordenen Thalassicolen, Polycystinen und Acanthometren noch als ächte Infusorien legitimiren, was bis jetzt weder bei ihnen noch bei den Polythalamien der Fall ist, so lässt sich allerdings der Ausweg, den die Systematik alsdann einzuschlagen, noch nicht absehen.

Jetzt, nach dem Hinweis auf die Schwierigkeiten, wird es wenigstens erlaubt sein, die Abtheilung Strahlthiere provisorisch als Regulativ beizubehalten.

Gliederung und Unterordnung der Typen *).

Die Typen werden, wie gezeigt, durch das Vorwalten gewisser Organe und die Art der allgemeinen An-

*) Ueber dieses Thema ist die classische Abhandlung von Carl

ordnung der Körpertheile bestimmt; sie lassen sich darin den architectonischen Baustylen vergleichen, die in ihren verschiedenartigen Ausführungen an feste Principien und Regeln gebunden sind.

Jeder der thierischen Baustyle ist zu sehr verschiedenen Zwecken verwendbar; die einen Gliederthiere sind für das Wasserleben gebaut, die andern für das Luftleben; im Fisch ist der Wirbelthierorganismus zum Schwimmen modificirt, im Vogel zum Fliegen; im *Amphioxus* ist die Idee des Wirbelthierstyles ganz ärmlich zur Erscheinung gebracht, im Menschen in ihrer höchsten Entwicklung, mit Schmuck und Beiwerk. Und solche einfache Betrachtungen lehren, dass innerhalb der Gränzen jeder thierischen Grundform ein Fortschritt vom Niederen zum Höheren statt findet, so dass also bei der Bestimmung des einzelnen Thieres zwei Hauptfactoren zu berücksichtigen sind, der Typus und die Stufe innerhalb des Typus. Jeder Typus zeigt sogar mehrere Reihen der Entwicklung, Klassen, deren Glieder niedriger und höher stehen, und welche mit ihren Spitzen und Ausläufern je nach Anlage und Mitteln eine grössere Ausbildung erreichen.

Hat man sich mit der Vorstellung der verschiedenen Grundformen und der schon durch sie bedingten Mannichfaltigkeit der thierischen Erscheinung befreundet, so knüpft sich hieran leicht die Einsicht in die Mittel zu weiterem Formenreichthum innerhalb bestimmter Kreise. Die französischen Naturforscher vergleichen den thierischen Organismus gern mit einer Maschine, von welcher

---

Ernst von Bär zu vergleichen, welche die letzte Abtheilung der „Beiträge zur Kenntniss der niederen Thiere" bildet, Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Bd. XIII. 2.

gewisse Leistungen, aber im eigenen Dienste und zum eigenen Besten verlangt werden. In der grösseren oder geringeren Vollkommenheit und Energie, in der diese Leistungen vollzogen werden, liegt eine Hauptursache der Mannichfaltigkeit. Die Industrie erhöht die Leistungsfähigkeit einer Maschine auf zwei Arten: entweder erhöht sie das Maass der Stärke einer gegebenen Maschine, oder sie vervielfältigt die arbeitenden Theile. Den ersten Fall haben wir in Katze und Löwe, nach Zahl und Verhältniss der Theile völlig gleich, aber nach der Stärke der Körpermaschine sehr verschieden leistungsfähig. Für den zweiten Fall bieten die Strahlthiere und die Gliederthiere zahlreiche Beispiele.

Wenn ferner die Maschinen- und Fabriksarbeit desto vollkommener ist, je grösser die Theilung der Arbeit, so wird auch im thierischen Organismus eine weitere unendliche Mannichfaltigkeit und Abstufung erzielt durch Theilung und Vertheilung der Verrichtungen. Die Natur besinnt sich aber lange, ehe sie ein neues Organ für eine neue Thätigkeit schafft; sie ist so lange als möglich sparsam in der Entfaltung der Mittel und verwendet ein und dasselbe Organ, indem sie es oft bis zur Unkenntlichkeit umgestaltet, zu sehr verschiedenen Thätigkeiten. Hinwiederum werden Organe, die in dem einen Organismus wohl entwickelt und in voller Function sind, in dem andern rudimentär und scheinbar zwecklos beibehalten, weil sie in den allgemeinen Plan gehören. Diese Umgestaltungen und Verhüllungen von der Anlage nach gleichen, der Ausführung und Leistung nach verschiedenen Theilen aufzudecken, ist eben die reizvolle Aufgabe der vergleichenden Anatomie.

In einer der Klassen jedes Typus werden wir eine

höchste Ausbildung antreffen, wie schon wiederholt angedeutet. Den Werth und den Rang eines Typus wird man nun nicht nach seinen niedrigen Erscheinungen schätzen, sondern, wie jede Kraft und Macht, nach den Hauptleistungen, weil natürlich erst in den höchsten Productionen der innere Werth und die Bildungsfähigkeit an's Licht treten. Hinsichtlich der Rangfolge der Typen kann nur ein Punkt fraglich sein, ob die Gliederthiere und im Anschluss an sie die Würmer über die Weichthiere zu stellen seien, oder umgekehrt. Ein schlagender, allgemein überzeugender Beweis für das Eine oder Andre wird kaum zu geben sein. Die seelischen Fähigkeiten der Gliederthiere entwickeln sich offenbar höher, als bei den Weichthieren; körperlich aber scheinen uns die Cephalopoden in ihren gigantischen Formen den Vorrang vor dem Insect zu behaupten.

Die Thierklassen.

Zur Orientirung über den Gang und die Reihenfolge, welche in den einzelnen Kapiteln im Allgemeinen eingehalten werden, ist eine Aufzählung und kurze Diagnose der Thierklassen nothwendig. Die Systematik nimmt hier das Resultat voraus, auf welches die vergleichende Anatomie führen soll, indem sie lehrt, wie nach den Bedingungen der Lebensweise, des Aufenthaltes u. s. f. die Typen modificirt werden und die idealen Baupläne in den einzelnen Klassen ihre besondere Verkörperung finden.

Da wir keine zootomische Schilderung der Klassen hinter einander beabsichtigen, sondern die Organe und Organsysteme vergleichen, so werden wir uns öftere Ab-

weichungen von der streng systematischen Reihenfolge erlauben dürfen.

I. Radiata.

1. Cölenteraten. *Coelenterata.*

Aeussere und innere Organe in der Vierzahl vorhanden oder in einem Multiplum von Vier wiederholt. Sie besitzen einen mit centraler Mundöffnung versehenen Verdauungsapparat, welcher direct mit einem eigenthümlichen Höhlenapparate des Körpers in Verbindung steht. Sie zerfallen in folgende Unterklassen:

Polypen. *Polypi.* Festsitzende, selten freibewegliche Cölenteraten. Der Mund führt in einen besonderen, in die Leibeshöhle hineinragenden und sich in sie öffnenden Magensack und ist umgeben von hohlen Fühlern, welche mit der durch radiäre Scheidewände in einzelne Taschen getheilten Leibeshöhle communiciren.

Schwimmpolypen. *Siphonophora.* Organisch verbundene Colonieen oder Stöcke, bestehend aus einem gemeinschaftlichen, blasen-, röhren- oder scheibenförmigen Theile und daran sitzenden individuenähnlichen Organen (oder organähnlichen Individuen), welche als Saugröhren, Taster, Schwimmglocken, Geschlechtscapseln u. s. f. beschrieben werden. Erst ein Complex solcher Organe ist äquivalent einem Individuum. Polymorphismus nach R. Leuckart.

Scheibenquallen. *Discophora.* Körper glocken- oder scheibenförmig. Von der Verdauungshöhle gehen unverästelte oder verästelte gefässartige Röhren nach der Peripherie zu einem Ringgefässe. An die ächten Scheibenquallen schliessen sich die sogenannten *Hy-*

driformia an, auch diejenigen ohne freie und medusenähnliche Geschlechtsgeneration. *Hydra.*

Rippenquallen. *Ctenophora.* Kugeliger oder ovaler, contractiler Körper. In der Richtung der Längsaxe eine verdauende Höhle, die von ihrem Grunde in ein radiär verlaufendes Canalsystem sich fortsetzt. Flimmerorgane auf rippenartigen, zwischen den beiden Körperpolen verlaufenden Vorsprüngen. Zwitter.

2. Stachelhäuter. *Echinodermata.*

Die Organsysteme sind gewöhnlich in der Fünfzahl um einen Mittelpunkt oder die mittlere, Bauch- und Rückenpol verbindende Axe geordnet. Ihre sehr kalkhaltige äussere Bedeckung erstarrt oft zu einem beweglichen oder theilweise unbeweglichen Scelete. Ihre Bewegungsorgane sind eigenthümliche, durch ein Wassergefässsystem schwellbare Saugfüsschen, meist in regelmässigen Reihen, *ambulacra.*

II. Vermes.

3. Infusorien. *Infusoria.*

Die Infusorien lassen sich keinem der Typen mit völliger Bestimmtheit unterordnen. In einigen nicht unwichtigen Verhältnissen scheint sich uns eine nähere Verwandtschaft zu den Turbellarien auszusprechen. Alle ächten Infusorien besitzen eigenthümliche contractile Blasen und eine drüsenartige Kernmasse, die bei der Fortpflanzung durch innere Kernbildung, vielleicht sogar als wahre Geschlechtsdrüse betheiligt ist. Körpergestalt verschiedenartig.

4. Weich- oder Plattwürmer. *Platyelmia.*

Körperbedeckungen und Parenchym weich und leicht verletzlich. Keine bestimmte Leibeshöhle; keine Bauchganglienkette, sondern nur ein Doppelganglion in der Nackengegend, höchstens ein Nervenring, und zwei Seitenstränge. Ein Gefässsystem mit äusseren Mündungen. Unterklassen sind:

Strudelwürmer. *Turbellaria.* Nur einzelne unter ihnen leben als Binnenwürmer oder Schmarotzer. Ihre Körperbedeckungen tragen einen Flimmerbesatz.

Saugwürmer. *Trematoda.* Schmarotzer mit Darmkanal.

Bandwürmer. *Cestoidea.* Schmarotzer ohne Darmkanal.

5. Rundwürmer. *Nematelmia.*

Diese Klasse enthält blos Eingeweidewürmer von cylindrischer oder fadenförmiger Gestalt mit praller, elastischer Hautbedeckung, mit einer deutlichen, weiten Leibeshöhle (mit Ausnahme der Gordien), schwach entwickelter oder kaum angedeuteter Bauchganglienkette und getrennten Geschlechtern. *Acanthocephala. Nematoidea.* Im Anschluss *Sagitta.*

Während die *Platyelmia* eine deutlich ausgesprochene nähere Verwandtschaft mit den Hirudineen zeigen, ist auf der andern Seite eine Hinneigung der *Nematelmia* zu den Borstenwürmern unverkennbar. Diese mannichfachen durch einander greifenden Beziehungen und der Umstand, dass auch die Gruppe der *Gephyrea (Sipunculus* etc.) in das System eingereiht sein wollen, erklären es, dass hier mehr als in andern Partieen die Ansichten der Systematiker aus einander gehen.

6. Ringelwürmer. *Annulata.*

Sie nähern sich den Arthrozoen durch Anwesenheit einer Bauchganglienkette und durch das Zerfallen des Leibes in eine Reihe von Segmenten.

III. Arthrozoa.

7. Räderthiere. *Rotatoria.*

Die Räderthiere bilden eine in sich sehr abgeschlossene Gruppe mit Charakteren, die ihre Unterbringung sowohl bei den Würmern als bei den Gliederthieren gestatten. Es sind Thiere mit gegliedertem Körper und einem Wimperapparat am Kopfende. Ihr Nervensystem besteht wenigstens in einem Gehirnganglion und von da ausstrahlenden Fäden; überdiess scheinen an verschiedenen Organen andre kleinere Ganglien vorzukommen. Verdauungsorgane und Respirationssystem sehr entwickelt. Kein Herz und keine Blutgefässe. Geschlechter getrennt*).

8. Krebse. *Crustacea.*

Die Krebse sind diejenigen Gliederthiere, bei denen die Fähigkeit, gegliederte, den Füssen aequivalente Anhänge zu tragen, auch auf die Segmente der hinteren Körperabschnitte, des *abdomen* und *postabdomen*, ausgedehnt ist, wenn gleich diese Anhänge oft in den abweichendsten Umgestaltungen erscheinen. Die Athmungsorgane sind Kiemen in verschiedenartigster Entwicklung und Lage. Die Klasse zeigt durch sehr wechselnde Ausbildung der Segmente und Verschmelzung zu Körperabschnitten eine sehr reiche innere Gliederung und erinnert

*) Leydig, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschrift f. wissensch. Zoolog. 1854.

durch einzelne Formen der Schmarotzerkrebse an die Würmer, durch eine andre Abtheilung, die Rankenfüsser, an die gehäustragenden Weichthiere.

9. Tausendfüsser. *Myriopoda.*

Sind ihrer äusseren Erscheinung nach den Ringelwürmern ähnlich, also vielgliedrig; alle Segmente tragen Füsse oder gegliederte Anhänge. Die Athmungswerkzeuge Tracheen.

10. Spinnen. *Arachnidea.*

Kopf und Brust articuliren nicht mit einander, sondern sind zu einem Cephalothorax verschmolzen, an welchem sich vier Paar Füsse finden. Athmen durch Tracheen.

11. Kerfe. *Insecta.*

Ihr Körper zerfällt immer in drei von einander geschiedene Segmentreihen: Kopf, Brust und Hinterleib. Die drei Brustringe tragen je ein Paar Füsse. Athmen durch Tracheen.

IV. Mollusca.

12. Kopflose Weichthiere. *Acephala.*

Ein von dem übrigen Körper abgesetzter Kopftheil ist nicht vorhanden. Der Mantel zeigt sich in seiner höchsten Entwicklung als eine den Körper vollständig umgebende Hülle. Die Uebersicht erfordert die Aufstellung mehrerer Unterklassen, nämlich:

Moosthiere. *Bryozoa.* Sie bilden zusammengesetzte Stöcke, gleich den ächten Polypen, mit denen viele Zoologen sie vereinigen. In der Form ihres Darm-

kanals, der in einem weiten, mantelähnlichen Hautsacke aufgehängt ist, schliessen sie sich eng an die folgende Unterklasse an, in welcher gleichfalls die Coloniebildung etwas Gewöhnliches ist.

Mantelthiere. *Tunicata.* Sie besitzen einen sehr eigenthümlichen dicken, mit zwei Oeffnungen versehenen Mantel, der sackförmig oder cylindrisch ist, nie blättrig, und Pflanzenzellmembranstoff *(cellulose)* enthält.

Armfüsser. *Brachiopoda.* Neben der Mundöffnung zwei spiralförmig eingerollte Organe, die wohl als Taster und Greifwerkzeuge dienen. Die beiden Mantelblätter versehen die Stelle der Kiemen. Eine zweischalige, regelmässige oder unregelmässige Muschel.

Muscheln. *Lamellibranchiata.* Unter den Mantelblättern befinden sich die blattförmigen Kiemen. Zweischalige Muschel.

13. Kopftragende Weichthiere. *Cephalophora.*

An ihnen lässt sich fast immer ein die Sinneswerkzeuge tragender Kopf unterscheiden, an dem sich auch die Mundöffnung befindet. Die Unterabtheilungen dieser Klasse gehen nicht so aus einander, wie die der vorigen, daher sie im System passender als Ordnungen figuriren. *Pteropoda. Gasteropoda. Heteropoda.*

14. Kopffüsser. *Cephalopoda.*

Sie zeichnen sich unter den Weichthieren durch ihre morphologische Abgeschlossenheit aus. Charakteristisch für sie ist der vom Rumpfe deutlich abgesetzte Kopf, mit langen Armen umstellt, welche als Greif-, Bewegungs- und Tastwerkzeuge dienen.

V. Vertebrata.

15. Fische. *Pisces.*

Die Fische sind diejenigen Wirbelthiere, deren Organisation in jeder Beziehung dem Wasserleben angepasst ist. Ihre Gliedmaassen sind in Flossen umgewandelt. Das Blut legt keinen doppelten Kreislauf zurück, wendet sich vom Athemorgan nicht erst wieder nach dem Herzen, sondern wird von dort aus gleich in die Peripherie geleitet. Das Herz besteht nur aus Vorkammer und Kammer. Die Athmungsorgane sind Kiemen *).

16. Nackte Amphibien. *Amphibia.*

Körperbedeckungen weich; Hornbildungen sehr vereinzelt. Das Herz besteht aus zwei Vorkammern und einer Kammer. Das Gehörorgan ist ohne Schnecke. Ihre Entwicklung ist einfacher, fischähnlich, indem z. B. die Allantois eine sehr untergeordnete Rolle spielt.

17. Beschuppte Amphibien. *Reptilia.*

Die Körperbedeckungen verhornen, verknöchern sogar zum Theil. Das Herz besteht aus zwei Vorkammern und zwei unvollständig geschiedenen Kammern. Das Gehörorgan ist mit einer Schnecke versehen, wie bei den Vögeln, mit denen auch ihre Entwicklung eine weit grössere Uebereinstimmung zeigt, als mit den nackten Amphibien.

---

*) Von einzelnen merkwürdigen Ausnahmen, in denen die Amphibienorganisation herübertritt, wird natürlich an ihrem Orte die Rede sein.

18. Vögel. *Aves.*

Noch bestimmter als im Bau des Fisches tritt im Vogel die Anpassung der Organisation an einen gewissen Zweck hervor. Dass der Vogel das vorzugsweise für den Flug bestimmte Wirbelthier ist, lässt sich an seinem Aeusseren und Inneren bis in's Einzelnste nachweisen. Die Vögel besitzen ein Herz mit vier vollständig gegen einander verschliessbaren oder verschlossenen Abtheilungen. Flügel. Federbedeckung. Eierlegen.

19. Säugethiere. *Mammalia.*

Herz wie bei den Vögeln. Entwicklung der Eier im Uterus. Milchdrüsen.

Einige allgemeine literarische Hülfsmittel:

J. F. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Halle, 1821—1833.

Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée. Sec. éd. Paris* 1835—1843.

v. Siebold und Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Berlin, 1845. 1848. II. Theil. 1. u. 2. Heft. 2. Aufl. 1854. 1856.

Bergmann und Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreichs. Vergleichende Anatomie und Physiologie. Stuttgart, 1851.

V. Carus, System der thierischen Morphologie. Leipzig, 1853.

Wagner, *Icones zootomicae.* Handatlas zur vergleichenden Anatomie. Leipzig, 1841.

Carus, Otto, d'Alton, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Leipzig, 1826—1853.

O. Schmidt, Handatlas der vergleichenden Anatomie. 2. Abdruck. Jena, 1854.

V. Carus, *Icones zootomicae.* 1. Abtheilung. Wirbellose Thiere. Leipzig, 1857.

Annales des sciences naturelles. Paris.

Archiv für Anatomie und Physiologie, herausgegeben von J. Müller. Berlin.

Archiv für Naturgeschichte, gegründet von Wiegmann. Berlin.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, herausgegeben von Kölliker und v. Siebold. Leipzig.

Assmann, Quellenkunde der vergleichenden Anatomie.

Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M., 1857.

Schlossberger, Die Chemie der Gewebe des gesammten Thierreiches. Leipzig und Heidelberg, 1856.

Erster Abschnitt.

Die Organe der Empfindung.

Erstes Kapitel.

Das Nervensystem.

1. Das Nervensystem der Strahlthiere.

Die wenigen, über das Nervensystem der Polypen gemachten Beobachtungen sind unsicher. Bei den glockenförmigen Individuen der Hydroiden will man um den Magen herum einige Ganglien bemerkt haben, und bei den Medusen sind im Scheibenrande Nervenknoten wahrzunehmen.

Vollständiger ist das Nervensystem der Rippenquallen beschrieben. Sie besitzen eine Art von Nervenring mit ein Paar gelblichen Nervenknötchen, welcher den Trichtercanal umfasst und an die Schwimmplättchenreihen Nerven absendet. Nach Gegenbaur sollen diese Fäden an jedem Plättchen eine Anschwellung bilden.

Am klarsten in diesem Typus und am weitesten zu verfolgen tritt aber das Nervensystem bei den Echinodermen hervor. Der Centraltheil stellt gleichfalls einen Schlundnervenring dar, der aber häufig, der Körperform und dem Strahlensystem entsprechend, die Gestalt eines

Fünfecks angenommen hat. Fünf von den Ecken dieses Pentagons entspringende Hauptnerven verbreiten sich, von den Hauptgefässen begleitet, an die Ambulacralfelder, sich bis in die Spitzen der Ambulacralbläschen verzweigend. So ist es auch bei den Holothurien, deren Tentakeln ebenfalls Nerven von dem Schlundringe empfangen.

2. Das Nervensystem der Würmer und Arthropoden.

Die Bemerkung, die wir eben gemacht, dass das Nervensystem sich nach dem allgemeinen Plane der Abtheilung richtet, oder die äussere Thierform Ausdruck der inneren Nervenanordnung ist, wiederholt sich auch bei den Würmern und Arthropoden, wo wir Schritt vor Schritt an dem Nervensystem die Modificationen der Typen verfolgen können. Cuvier erblickte in Würmern und Arthropoden nur einen Typus; auch ihr Nervensystem zeigt viel Uebereinstimmendes, so dass es uns am zweckmässigsten erscheint, die Entwicklung jenes Systems von seinen einfacheren, so zu sagen reducirten Formen bei den Strudelwürmern und Schmarotzerkrebsen bis zu den das Gliederthier in seiner Reinheit darstellenden Gestaltungen bei Insecten und Fühlerwürmern der Art zu durchmustern, dass wir dabei die strenge zoologische Folge ausser Acht lassen.

Als das Vorbild des Nervensystems eines Gliederthieres ist eine Ganglienkette anzusehen, bestehend nach Anzahl der Körpersegmente aus paarigen Nervenanschwellungen oder Ganglien, die sowohl durch Quercommissuren als Längsstränge verbunden sind. Diese Nervenkette liegt unterhalb des Darmkanals, also an der Bauchseite, mit Ausnahme des ersten Ganglienpaares, welches über dem

Schlunde liegt, diesen also mit seinen Commissuren und dem zweiten Paare umfasst. Man nennt dieses erste Paar das Gehirn. Von ihm entspringt oft ein gesondertes System von Ganglien und Nerven, welches den Darmkanal versorgt und deshalb mit dem sympathischen Nerven der Wirbelthiere zu vergleichen ist. Wir betrachten daher nach einander a) das Gehirn, b) die Bauchganglienkette oder den Bauchstrang, c) den sympathischen Nerven der Würmer und Arthropoden.

a) Das Gehirn.

Selbst in denjenigen der von uns aufgezählten Thierklassen, bei denen der übrige Stammtheil des Nervensystems wenig oder nicht entwickelt ist, findet sich doch in der Schlund- oder Nackengegend das sogenannte Gehirn. Bei den Turbellarien sind die beiden Gehirnganglien bald getrennt bald mehr oder minder verschmolzen, und diese in derselben Ordnung zu beobachtende Verschmelzung lehrt uns, auch da, wo solche Uebergänge fehlen, die ursprüngliche Duplicität vorauszusetzen. Ein solches unpaares Ganglion ist bei einigen Schmarotzerkrebsen *(Chondracanthus)* wahrgenommen, wie auch bei den Lophyropoden eine unpaare, vor dem Schlunde gelegene und mit seitlichen Commisuren und Lappen ihn umfassende Gehirnmasse zu bemerken (am leichtesten bei *Daphnia* *)). Damit lässt sich recht gut das grosse, oft

*) Dass eine wohl entwickelte Bauchganglienkette nebst Schlundring jedoch schon bei diesen sogenannten niederen Krebsen vorkommt, hat Zenker gezeigt, von *Cythere lutea* (Anatom. system. Studien über die Krebsthiere. Berlin, 1854. Taf. IV. Fig. 11. Auch im Archiv f. Naturgesch. XX.).

aus mehreren kleinen Kugeln zusammengesetzte Nackenganglion der Räderthiere vergleichen. Geschieden, aber durch eine verhältnissmässig breite Commissur verbunden sind die beiden Gehirnganglien verschiedener Rhabdocölen. Die Nemertinen weichen von den übrigen Strudelwürmern ab, indem ihre beiden ansehnlichen Hirnganglien durch zwei, über und unter dem merkwürdigen Rüssel weggehende Commissuren verbunden sind. Noch weiter getrennt sind sie bei einigen Helminthen (namentlich Trematoden). Uebrigens hat, was wir auch für den Bauchstrang zu bemerken haben, der höhere oder geringere Grad der Verschmelzung auf die systematische Stellung keinen Einfluss. Denn in den höheren Ordnungen zeigen sich dieselben Verschmelzungen, ohne dass sich ein bestimmtes Gesetz darin ausspräche, nur dass sich in der Periode des embryonalen Lebens meist eine vollständige Scheidung nachweisen lässt, so z. B. bei dem Flusskrebse, bei dem im erwachsenen Zustande das Gehirn als eine einzige Masse erscheint. In diesem Sinne spricht man auch bei den Spinnen und vielen Insecten, wo die Duplicität des Gehirnknotens oft nur durch eine leise Furche angedeutet ist, von einem Gehirnknoten. Bei den Ringelwürmern zeigt das Gehirn eine Neigung zu seitlichen, lappenartigen Ausbreitungen mit sehr bestimmt geformten, mannichfach ausgeschnittenen Conturen, wovon man sich, wenn Meerwürmer fehlen, an unserer *Nais diaphana (Chaetogaster diaphanus)* überzeugen kann. Die hauptsächlichsten von den Gehirnganglien entspringenden Nerven sind diejenigen für die dem Kopf angehörenden Sinnesorgane.

b) Bauchnervenstrang.

Wenn die Entwicklung der Bauchganglienkette, wie wir schon angedeutet, Hand in Hand mit der äusserlich ausgeprägten Gliederung geht, so werden wir sie bei denjenigen Würmern am unvollständigsten zu erwarten haben, die in keiner Lebensperiode gegliedert sind. So beschränkt sich denn in der That bei den Platyelmia der Bauchtheil des Nervensystems auf zwei von den Gehirnganglien entspringende Fäden, die, ohne unterwegs wieder Anschwellungen zu bilden, ohne gegenseitig zu anastomosiren, seitlich nach hinten verlaufen. Bei den Sipunculoiden ist sogar nur ein, wie es scheint, auch ursprünglich einfacher Strang vorhanden, der von einem Schlundringe kommt und, ohne Anschwellungen zu bilden, Seitenzweige abgiebt. Die vielen Ganglien und Nervenfäden, die bei den Räderthieren gefunden sind, scheinen sich nicht auf den Typus der Nervenkette zurückführen zu lassen, indem sie sehr zerstreut, obgleich symmetrisch liegen, nach den paarigen oder unpaarigen Organen, welche sie versorgen*). So unendlich verschieden nun im Uebrigen die äussere Gliederung ausgesprochen ist, so vielfach variirt auch die Bauchkette, theils indem die zu einem Paare gehörigen Knoten in einen zusammenrücken, theils indem die Ganglienpaare sich einander nähern und verschmelzen oder ganz verschwinden; und

---

*) Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass Leydig diese Organe der Räderthiere, die ich für Nerven und Ganglien erklären zu müssen glaubte, für ein Bindgewebe hält, das zur Fixirung der Eingeweide dienen soll. Ich darf jedoch auch mit Bestimmtheit behaupten, dass bei den von mir untersuchten Gattungen, Hydatina, Brachionus u. a. die fraglichen Ganglien nie als helle Blasen (nach Leydig's Angabe), sondern als solide Massen erschienen sind.

dieselben Verschmelzungen, welche durch die Ordnungen gehen, finden sich in dem Individuum in der Reihe seiner Metamorphosen wieder. Behalten wir den letzteren Fall zunächst im Auge, weil er uns den Maassstab an die ähnlichen Verhältnisse legen lehrt; und zwar wird es ganz gleichgültig sein, aus welcher Thierklasse wir das Beispiel wählen. An der Schmetterlingsraupe zählt man zwölf Ringe, und ihnen entsprechen, ausser dem Gehirn und dem kleinen *Ganglion infraoesophageum*, elf Bauchknoten. Im ausgebildeten Schmetterlinge, wo die Brustringe zum Thorax mit einander verbunden sind, sind auch die Brustganglien in gleichem Grade, zu zweien, verwachsen, und im Hinterleibe, dessen Bewegungsthätigkeit zurückgetreten, sind gleichfalls mehrere Ganglien zurückgetreten oder verschwunden. Gleicherweise sind in früheren Embryonalperioden bei den meisten der Gliederwürmer und Arthropoden die Bauchstränge noch völlig getrennt wahrzunehmen, die später, so wie die Ganglien, sich vereinigen. Insofern man nun den Schmetterling für höher entwickelt hält als seine Raupe, den zur Fortpflanzung fähigen Wurm für vollendeter als seinen Embryo, scheint der Schluss gerechtfertigt, dass, je concentrirter die Bauchganglienkette, desto höher auch der systematische Rang des Thieres sei. So viel diese Ansicht für sich hat, erleidet die Regel doch grosse Beschränkungen; der Blutegel hat, in regelmässigen Abständen von einander, viel weniger Ganglien als Körpersegmente, dagegen liegen beim Regenwurm in den zahlreichen Ringen die Ganglien so nahe bei einander, dass die Längscommissuren fast verschwinden und ein scheinbar einfacher dicker Nervenstrang hergestellt wird. Oder, wenn dies Beispiel nicht genügt, nehme man zwei Gat-

tungen derselben Familie: bei *Clepsine* kommt auf drei Ringe, bei *Nephelis* auf fünf Ringe ein Bauchganglion. Welche auffallende Verschiedenheiten sonst zusammengehörige Gruppen darbieten, kann man ferner bei den Decapoden sehen. Unser gemeiner Flusskrebs, *Astacus fluviatilis*, hat, ausser dem Gehirn, sechs Thoracal- und sechs Abdominal-Ganglien; bei der Krabbe, *Cancer maenas*, ist, dem Gehirn durch längere Commissuren verbunden, nur ein einziges grosses, jene zwölf Knoten ersetzendes Brustganglion vorhanden.

Es führt diese Form unmittelbar zu der der Arachniden, namentlich der Araneen, wo mit der grösseren Einheit des Cephalothorax und dem ungegliederten Abdomen die ganze Bauchganglienkette auch durch ein einziges grosses Bauchganglion vertreten ist. Es kommen mehrere Ganglien hinzu, sobald die Körpergliederung äusserlich weiter bemerkbar ist; und so weist der Scorpion, an dessen gegliederten Hinterleib sich ein gegliederter Schwanz anschliesst, ausser dem grossen, aus der Verschmelzung mehrerer entstandenen Brustganglion, noch eine Reihe nachfolgender Ganglien auf.

Was endlich die Insecten betrifft, so können wir uns mit der Bemerkung begnügen, dass hier am constantesten ein durch Form und Grösse wenig ausgezeichnetes, durch die den Schlund umfassenden Commissuren mit dem obern Gehirnganglion verbundenes unteres Schlundganglion vorkommt, dann drei Thoraxganglien und eine Reihe von Abdominalganglien. Es liegt ausser unserm Zwecke, die mannichfachen Modificationen dieser Anordnung durchzugehen, und muss diess einer specielleren Zootomie und Zoologie überlassen bleiben. Wir hatten nur den allgemeinen Plan in seinen Hauptzügen vor Augen zu legen.

Die Nerven für die verschiedenen Organe entspringen im Allgemeinen aus den ihnen zunächst liegenden Ganglien; so aus dem unteren Schlundganglion die Nerven der Mundwerkzeuge und Palpen, die Fuss- und Flügelnerven aus den Thoracalganglien, während natürlich bei den Krabben und Spinnen das einzige grosse Brustganglion sämmtliche, vom Gehirn nicht versehene Partieen mit Nerven versorgt.

c) Eingeweidenervensystem.

Dass eine in früheren Jahren geltend gemachte, in unrichtigen naturphilosophischen Voraussetzungen wurzelnde Hypothese, das gesammte Nervensystem der wirbellosen Thiere und besonders der Würmer und Arthropoden entspräche dem System der Eingeweidenerven der Wirbelthiere, falsch sei, beweist das Vorkommen eines besonderen Eingeweidenervensystems bei jenen. Schon bei dem Blutegel sind drei kleine, in der Nähe des Gehirns liegende, mit demselben und unter einander durch zarte Fäden verbundene Ganglien als dem vegetativen System angehörig zu deuten, indem von ihnen aus ein unpaarer Nerv den Darmkanal begleitet. Aehnlich verhält es sich bei einigen Ordnungen der Crustaceen (Decapoden, Squillinen u. a.), den Araneen und den meisten Insecten. Theils ist ein unpaariger *(vagus)*, vom Gehirn entspringender Nerv vorhanden (Decapoden), oder ein Nervenpaar, das aus zwei seitlichen Ganglien entspringt *(sympathicus,* z. B. bei den Onisciden), oder endlich finden sich beide, der in diesem Falle aus einem kleinen *ganglion frontale* kommende sogenannte *vagus* und der *sympathicus,* so bei den Insecten.

3. Das Nervensystem der Weichthiere.

a) Nervencentra. Schlundring. Körpernerven.

Um die Anordnung des Nervensystems der Acephalen zu verstehen, muss man dasselbe erst bei den Cephalophoren, namentlich den Gasteropoden kennen gelernt haben. Bei diesen besteht die Centralmasse des Nervensystems aus mehreren Paaren von Ganglien, welche, unter einander durch einfache oder doppelte Commissuren verbunden, einen Schlundring oder Nervenhalsband bilden. Auch hier wird die obere, auf dem Schlunde liegende Partie das Gehirn genannt, und dieses sowohl als die unteren Ganglienmassen zeigen in den verschiedenen Unterabtheilungen sehr verschiedene Grade der Verschmelzung; daher z. B. unsere *Helix* und *Limax* nur ein Gehirnganglion und ein unteres Schlundganglion zu haben scheinen. Als Norm möchte jedoch anzusehen sein, dass das Gehirn aus zwei Ganglien, die untere Portion aber aus zwei Paar Ganglien besteht, einem vorderen, das vorzugsweise die Sohle, und einem hinteren, das die Kiemen und Eingeweide mit Nerven versorgt. Dass aber auch hierin noch differente Bestandtheile enthalten sind, beweist das häufige Vorkommen accessorischer Knötchen.

Bei manchen Nacktkiemern sind die drei Paare Ganglien so an einander nach oben gerückt, dass sie scheinbar eine einzige Masse bilden. Ihre Trennung ist jedoch durch Furchen und Einschnitte angedeutet, und nach den einzelnen, daraus entspringenden Nerven lassen sich diese Abtheilungen leicht als die Gehirn-, Fuss- und Kiemenganglienmasse deuten.

Die Nerven für die Lippen, Tentakeln, Augen, bis-

weilen auch Gehörorgane und Geschlechtswerkzeuge *(penis* bei *Helix)* entspringen aus dem Gehirn.

Halten wir uns nun daran, dass eigentlich sowohl die Fussganglien, d. h. das vordere Paar der untern Schlundportion, als die Kiemenganglien, das hintere Paar, durch besondere Commissuren mit dem Gehirn verbunden sind, so ergiebt sich, wie das Nervensystem der Acephalen, namentlich der Lamellibranchiaten, auf jene Form sich zurückführen lässt.

Die Lamellibranchiaten haben drei Paar Ganglien: das eine liegt auf dem Schlunde und unter dem vorderen Schliessmuskel, es entspricht dem Gehirn der Gasteropoden; das andere im Fusse, und seine Verbindungsstränge mit dem Gehirn schliessen den Schlundring; das dritte Paar liegt noch weiter von dem Gehirn entfernt, am hinteren Schliessmuskel. Es versieht vorzugsweise die Kiemen und entspricht dem hinteren der unteren Schlundganglienpaare der Gasteropoden, seine zum Gehirn führenden Commissuren den Commissuren jenes. Von diesem Typus entfernen sich freilich die mit den Lamellibranchiaten verbundenen Ordnungen, am meisten die Tunicaten, indem man bei den Ascidien nur ein einziges, in dem Winkel zwischen Kiemen- und Afteröffnung gelegenes Ganglion, bei den Salpen aber eine am Rücken befindliche, aus mehreren Ganglien bestehende Nervenmasse entdeckt hat. Die Form des bei einigen Bryozoen *(Alcyonella, Tendra)* beobachteten Schlundnervenringes erinnert an die Ascidien.

Die im Kopfe der Cephalopoden befindliche Centralmasse des Nervensystems mit dem Gehirn der Wirbelthiere zu vergleichen, hat man sich um so mehr berechtigt geglaubt, als sie von einer, einer Schädelkapsel

ähnlichen Knorpelhöhle umgeben ist. Nichtsdestoweniger haben wir auch hier, dem Typus der Mollusken gemäss, einen vom Schlund durchsetzten Ring, nur mit grösserer Consolidirung und Anhäufung der Ganglienmasse. Die obere Partie, und diese allein darf man, wenn man die Analogie mit den Gasteropoden festhalten will, Gehirn nennen, ist an Umfang die kleinere und scheint vorzugsweise nur einige Nerven an die Mundtheile zu schicken. Die untere Abtheilung giebt nach vorn die ansehnlichen Armnerven ab; seitlich entspringen mit kurzen Stielen die grossen Augenganglien, nach hinten die Gehörnerven, ein Paar feinere Trichternerven und ein Paar starke Nerven für den Mantel, an dessen innerer Rückenfläche sie zu zwei grossen Ganglien *(ganglia stellata)* anschwellen, von denen sich strahlenförmig viele Mantelnerven ausbreiten. Dies ist die Anordnung bei den Zweikiemern, wovon die Nautilinen beträchtlich abweichen. Die obere Schlundganglienmasse ist bei ihnen mehr entwickelt, aus ihr entspringen die Sehnerven. Die untere Portion besteht deutlich aus zwei Paar Ganglien, aus deren vorderem die Tentakel- und Trichternerven, aus deren hinterem die den Mantelnerven der übrigen Cephalopoden analogen Nerven für Schlund- und Schalenmuskeln entspringen.

b) Eingeweidenervensystem.

Ein sympathisches System ist in allen drei Klassen der Mollusken gleichfalls nachgewiesen, am bestimmtesten ausgeprägt bei den Cephalophoren und Cephalopoden. Bei jenen liegen zwei kleine, mit dem Gehirn in Verbindung stehende Knötchen an den hinteren und unteren Seitentheilen des Pharynx (hinter dem Schlund-

ringe also bei denjenigen Schnecken, deren Schlundring den vorderen Theil des Schlundkopfes umfasst, z. B. bei *Helix).* Diese Knötchen versorgen den vorderen Theil des Darmkanals, oder machen mit ihren Nerven allein das sympathische System aus, wo nicht noch ein unpaariges, seltner paariges Ganglion im Hinterleibe liegt, von welchem dann die Nerven für den hinteren Eingeweidetheil, Geschlechts- und Respirationsorgane, so weit diese nicht schon direct vom Schlundringe versorgt sind, ausgehen. Ganz ähnlich verhält es sich bei den Cephalopoden. Zu dem unter dem Schlundkopf, welches den beiden Pharyngealganglien der Gasteropoden gleich zu achten, tritt bei den Loliginen ein zweites, auf dem Schlundkopfe liegendes Ganglion. Diese sind für den Pharynx und den darauf folgenden Theil des Darmkanals bestimmt. Ein auf dem Magen liegendes Ganglion, das durch einen in seinem mittleren Verlaufe gespaltenen Nerven mit dem unteren Schlundganglion in Verbindung steht, entspricht dem Magentheile der Gasteropoden.

Bei den Lamellibranchiaten, bei denen allein unter den Acephalen Eingeweidenerven haben verfolgt werden können, scheinen dieselben im Allgemeinen ohne eigenthümliche Centra zu bestehen, indem sie ihren Ursprung aus den Commissuren der oben betrachteten Körperganglienpaare nehmen.

Ueber das Nervensystem der Ctenophoren sehe man Gegenbaur, Studien über Organisation u. Systematik d. Cten. Wigmann's Archiv XXII.

Krohn, Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im Allgemeinen. Müller's Archiv 1841.

Derselbe, Ueber das Nervensystem des *Sipunculus.* Müller's Archiv 1839.

Quatrefages, *Sur le système nerveux des annelides. Annales des sciences nat.* 1844. 1850.

Sehr schöne Untersuchungen über das Nervensystem der Nemertinen von demselben in *Annal. des scienc. nat.* 1846. *(Mémoire sur les Némertiens.)*

Ueber das Nervensystem der Rhabdocölen sind die ausführlichsten Mittheilungen gegeben von M. Schultze in seinen Beiträgen zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald, 1851.

Audouin *et* Milne Edwards, *Recherches anatomiques sur le système nerveux des Crustacés. Ann. des sc. nat.* 1828. (Isis 1834.)

Blanchard, *Sur le système nerveux des insectes. Ann. des sc. nat.* 1846.

Nordmann, Ueber das Nervensystem von *Plumatella* und *Tendra* in den *Observations sur la Faune pontique* (in Demidoff's Reise) S. 670 und 709.

Blanchard, *Recherches sur le système nerv. de Mollusques gastéropodes. L'institut.* 584. 1845.

Hinsichtlich des Nervensystems der Gattung *Doris*, als eines Hauptrepräsentanten der Nacktkiemer, kann man die excellente Arbeit von Hancock und Embleton vergleichen: *On the anatomy of Doris. Philosophical transactions.* 1852. *II.*

Ueber das Nervensystem der Cephalopoden vergleiche man Brandt's genaue Untersuchungen an *Sepia officinalis* in der Medizinischen Zoologie von Brandt und Ratzeburg. Berlin, 1829.

Joh. Müller, Ueber ein eigenthümliches, dem *Nervus sympathicus* analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insecten. *Nov. act. nat. cur. Vol. XIV.* 1828. Darüber auch Brandt in der Isis, 1831.

Brandt, Ueber den Mundmagen- oder Eingeweidenerven der Evertebraten. *Mém. de Petersbourg. 6. sér. sc. nat. I.* 1835.

---

4. Das Nervensystem der Wirbelthiere.

a) Das Gehirn.

Die Gehirnformation der niederen Wirbelthierklassen, namentlich der Fische, lässt sich in fruchtbarer Weise auf fötale Zustände des Säugethier- und Vogelgehirns zurückführen, daher wir, ehe wir das Fischgehirn beschreiben und deuten, eine für die Kenntniss der Entwicklung des Gehirns sehr wichtige Stelle aus von Bär's Werk über Entwicklungsgeschichte der Thiere, Theil II. S. 106 f. wörtlich anführen:

„Die erste Eigenthümlichkeit, die in dem vorderen Ende der Medullarröhre sich offenbart, ist ihre grössere Weite, die nächste ist die Neigung, in einzelne Abschnitte sich zu sondern, welche jeder für sich eine Erweiterung erfahren, und zwischen denen daher Verengerungen bleiben. Solche Erweiterungen haben die Beobachter Hirnbläschen *(Vesiculae cerebrales)* genannt. Diese Bläschen werden nicht von der Nervenröhre allein gebildet, sondern auch von der umgebenden Rückenröhre, die eben dadurch im vorderen Ende des Thieres zur Schädelhöhle wird. Nachdem zuerst ein vorderes rundliches Bläschen von dem viel längeren und hinteren Raum sich abgegränzt hatte, theilt sich fast gleich darauf auch dieser, und man hat nun drei Bläschen, ein vorderes, ein mittleres und ein hinteres, welches sich gegen das Rückenmark allmählig zuspitzt. Die vordere Blase wird das grosse Hirn, die hintere das kleine Hirn mit dem verlängerten Marke, und die mittlere die sogenannte Vierhügelmasse mit einem entsprechenden Theile der Hirnschenkel. Das vordere Bläschen theilt sich aber bald in zwei Abtheilungen, indem die

vorderste oder obere (wegen anfangender Krümmung des Embryo freilich nach unten gerichtete) Wand sich rasch hervorstülpt. Sie stülpt sich aber doppelt oder zu beiden Seiten neben der Mitte hervor, so dass diese im Verhältniss zu den Seitentheilen eingesenkt bleibt. Die hintere Region des ersten Hauptbläschens bleibt unpaarig und grenzt auch etwas von der vorderen gedoppelten ab. Auch sondert sich die hintere Hauptblase in zwei, eine vordere kürzere und eine hintere längere. So sind also fünf Bläschen aus den ursprünglichen drei entstanden. Das vorderste ist durch die mittlere Einsenkung gespalten. Seine Höhlung enthält die beiden später sogenannten Seitenventrikel und seine Wandung die Hemisphären. Das zweite Bläschen umfasst den Raum, den man später die dritte Hirnhöhle nennt. Es hat jetzt noch eine eben so vollkommene Decke, als die anderen Abtheilungen. Das dritte Bläschen umfasst die Vierhügel, und seine Höhlung ist die zukünftige Wasserleitung, die bald die Weite eines sehr ansehnlichen Hirnventrikels hat. Das vierte Bläschen wird das kleine Hirn, und das fünfte das verlängerte Mark. Aus diesen fünf morphologischen Elementen wird das Hirn gebildet, denn die vorübergehende Dreizahl der primären Hirnbläschen scheint nur anzudeuten, dass gewisse Abgränzungen ein wenig später kenntlich werden. — Ich nenne die fünf hier aufgezählten Bläschen nach der Reihe von dem ersten zum letzten: das Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn.“

Gehirn der Fische.

Unter den verschiedenen Fischgehirnen wählen wir zuerst das der Petromyzonten heraus, weil es sich

am unmittelbarsten an jene fötale Form anschliesst und durch sie erklärt wird. Von vorn nach hinten gehend bemerken wir an demselben zuerst zwei durch eine Längsspalte getrennte Lappen, aus denen die Geruchsnerven entspringen, eine Ausstülpung oder einen Anhang des folgenden Paares von Hügeln, der *lobi hemisphaerici* (Vorderhirn v. Bär's); daran schliesst sich eine unpaarige, die dritte Hirnhöhle, *ventriculus tertius,* enthaltende Abtheilung, der *lobus ventriculi tertii* (Zwischenhirn), an diese das paarige *corpus quadrigeminum* (Mittelhirn). Am wenigsten entwickelt bei *Petromyzon* ist das kleine Gehirn, *cerebellum* (Hinterhirn), eine schmale Commissur über dem vorderen Ende des *sinus rhomboidalis* (vierte Hirnhöhle). An der Unterseite erscheint als ein Fortsatz des *lobus ventriculi tertii* die *hypophysis*, während eine unpaarige Anschwellung unter dem Vierhügel die sogenannten *lobi inferiores* anderer Fische ersetzt.

Vergleichen wir nun hiermit das Gehirn, wie es die meisten Knochenfische haben, so finden wir zunächst der *medulla oblongata* das *cerebellum.* Die darauf folgende paarige Anschwellung, die grösste, führt gewöhnlich den Namen der *lobi optici*, deren Deutung sehr verschiedenartig ausgefallen ist. Nach Haller und Cuvier entsprechen diese Hügel, von welchen die Sehnerven entspringen, den Hemisphären der Säugethiere, während das davor gelegene Hügelpaar *lobi olfactorii* genannt werden. *Corpora quadrigemina* aber werden von jenen Anatomen die 4 am Grunde der *lobi optici* befindlichen Anschwellungen genannt. Gegen diese Deutung sprechen mehrere Gründe. Auch die Ansicht (Arsaky, Carus, Tiedemann), nach welcher die sogenannten *lobi optici* der Fische den *corpora quadrigemina* der Säugethiere

entsprechen, ist unzulässig, da der dritte Ventrikel auf dem Boden dieser Hügel liegt. Dies bestimmte von Bär, die *lobi optici* für sich dem *lobus ventriculi tertii* (Zwischenhirn) gleichzustellen, und auch er suchte die *corpora quadrigemina* in der vom hinteren Theile der *lobi optici* bedeckten Brücke des *aquaeductus Sylvii.*

Am nächsten scheint Joh. Müller der Wahrheit zu kommen, indem er auf die *corpora quadrigemina* Cuvier's u. s. w. wegen ihrer Unbeständigkeit keinen Werth legt. Er zieht in den *lobi optici* den *lobus ventriculi tertii* und zugleich die Vierhügel, einmal dazu berechtigt durch die Vergleichung des Gehirns von *Petromyzon* und *Ammocoetes* mit dem Gehirn des Säugethier- und Vogelfötus, ferner wegen der Lage der *nervi trochleares,* welche zwischen *lobi optici* und *cerebellum* entspringen, der *hypophysis* mit dem *infundibulum* unten an den *lobi optici* und der Zirbel, welche, wo sie vorkommt, in der Mittellinie vor den *lobi optici* liegt.

Die dritte Abtheilung nach vorn bilden die Hemisphären, an welche sich die grösseren oder kleineren *lobi olfactorii* anreihen.

Bei den Plagiostomen sind die Hemisphären die grösste Gehirnabtheilung; auf ihnen sitzen die *lobi olfactorii* nicht unmittelbar, sondern jederseits mit einem Stiele auf. Eine andere Eigenthümlichkeit zeigt das Gehirn des Thunfisches, dessen *cerebellum* in zwei kleinere seitliche Abtheilungen und einen grossen vorderen Lappen zerfällt, welcher weit über das *corpus quadrigeminum (lobi optici)* überhängt.

Die *medulla oblongata* (Nachhirn) schliesst von unten und von den Seiten den aus der Erweiterung des Medullarganges entstehenden *sinus rhomboidalis* ein und wird

im Allgemeinen vom Rückenmark nach dem Gehirn zu dicker und breiter. Sie bildet oft seitliche Anschwellungen, so bei den Stören ansehnliche *lobi nervi trigemini*, beim Zitterrochen grosse, die vierte Hirnhöhle überragende *lobi electrici*, an der Ursprungsstelle des *vagus*; diese Anschwellungen, namentlich die des fünften Paares, pflegen *lobi posteriores* genannt zu werden.

Gehirn der Amphibien.

Das Gehirn der Amphibien hat im Wesentlichen dasselbe Ansehen, wie das der Fische; es besteht noch aus einer Reihe hinter einander liegender paariger und unpaariger Anschwellungen; doch überwiegen an Masse immer die Hemisphären. Sehr wenig entwickelt ist das kleine Gehirn bei den nackten Amphibien und Ophidiern, wo es nur in einer schmalen, die Seitenwände der vierten Hirnhöhle verbindenden und diese nur wenig bedeckenden Commissur besteht. Ansehnlicher wird es bei den Schildkröten, und bei den Krokodilen zeigt es schon einige Furchen. Die auf das kleine Gehirn folgende paarige Abtheilung (verschmolzen bei einigen Fischlurchen) ist das *corpus quadrigeminum*. Die zwischen dieses und die kleine Zirbel bei den Fröschen sich einschiebende Anschwellung entspricht dem *lobus ventriculi tertii* der Fische. Nur bei den beschuppten Amphibien wird ein Theil der hinteren Gehirnmassen von den Hemisphären bedeckt, deren vordere Fortsetzung die *lobi olfactorii* sind.

Gehirn der Vögel.

Die schon beim Krokodil angedeutete Entwicklung des kleinen Gehirns ist bei den Vögeln sehr vorwärts geschritten. Es zerfällt in eine mittlere, grössere, mit zahl-

reichen Querfurchen versehene, und zwei kleinere Seitenabtheilungen. Die beiden Seitentheile des *corpus quadrigeminum* erscheinen, von oben betrachtet, als zwei beträchtliche Anschwellungen, seitlich zwischen kleinem und grossem Gehirn, von welchem sie aus einander gedrängt worden sind. In der Mittellinie zwischen *cerebellum* und Hemisphären liegt die Zirbel. Der *lobus ventriculi tertii* wird ganz von den Hemisphären bedeckt.

Gehirn der Säugethiere.

Das Gehirn der Säugethiere nähert sich sehr dem des Menschen, daher wir uns darauf beschränken, einige der wesentlichsten Abweichungen anzuführen. Die Hemisphären zeigen eine grosse Ungleichheit in Bezug auf die Windungen. Bei den Nagern und Insektenfressern sind deren keine oder wenige, mehr bei den eigentlichen Carnivoren (bei den Hunden in grösserer Anzahl als bei den Katzen), noch mehr bei den Ein- und Zweihufern. Auch die Lappen bilden sich nach und nach aus, überragen aber erst bei einigen (alten) Affen das kleine Gehirn. Auffallend viele Windungen hat das grosse Gehirn des Elephanten und vor allen das des Delphins. Die meisten Säugethiere haben an der Stelle, wo die Geruchsnerven des Menschen entspringen, Anschwellungen, die sogenannten Riechkolben, den *lobi olfactorii* der Fische und Amphibien entsprechend.

b) Der Rückenmark. Sein Verhältniss zum Gehirn.

Das Rückenmark der Wirbelthiere zeigt im Allgemeinen denselben Bau; auch noch bei den meisten Fischen besteht es aus vier Strängen. Wichtig ist die relative Ausbildung von Rückenmark und Gehirn, indem letzteres,

je mehr es sich in seinem Baue dem menschlichen Gehirn nähert, ein desto grösseres Uebergewicht über das Rükkenmark gewinnt. Nur das Gewicht, nicht die verhältnissmässige Länge ist hier massgebend, da bei kurzen Thieren durch die Breite und Dicke compensirt zu werden pflegt, was verwandte Thiere scheinbar an Länge des Rückenmarks vor jenen voraus haben. So ist es beim Frosch sehr kurz und breit, bei den Salamandern auffallend lang, aber dünn. Das kürzeste Rückenmark haben einige Fische, z. B. *Lophius*, vor allen *Orthagoriscus*, dessen Rückenmark kaum länger als das Gehirn ist.

c) Das peripherische Nervensystem.

Die von den Centralorganen ausgehenden Nerven zeigen, wie sich erwarten lässt, nicht so wichtige Abweichungen, als jene selbst. Von den Gehirnnerven können mehre ganz verschwinden; so der *nervus facialis*, der von den Säugethieren abwärts abnimmt, in demselben Grade, als die Gesichtsmuskeln verschwinden. Dieser den Gesichtsausdruck des Menschen bedingende Nerv verliert daher sehr bald diese seine Bedeutung; bei den Vögeln und beschuppten Amphibien versorgt er nur noch die Muskeln des Zungenbeins oder oberflächliche Nacken- und Halsmuskeln. Bei den nackten und besonders den ungeschwänzten nackten Amphibien ist ein gesondert entspringender *facialis* nicht vorhanden. Der ihm entsprechende Ast geht aus dem Ganglion des *trigeminus* hervor. Bei den Fischen bilden *trigeminus* und *facialis* einen Nervencomplex mit verschiedenen, theils gemeinsamen, theils eigenthümlichen Wurzelsträngen. Der *nervus facialis* der Fische (*ramus opercularis trigemini Auct.*) verbreitet sich hauptsächlich in den Muskeln des Kiemen-

deckels und stimmt seiner Function nach insofern mit dem *facialis* der höheren Wirbelthiere überein, als auch bei diesen Muskeln, welche die Zugänge zum Respirationsapparate, Mund und Nase, öffnen und schliessen, von ihm abhängig sind. Ganz selbständig ist der *facialis* der Cyclostomen.

So wie der *trigeminus* ist auch der *vagus* in allen Klassen der Wirbelthiere sehr beständig. Aus einer Wurzelpartie des *vagus* entspringt der *nervus lateralis* der Fische, der in der Regel einige Verbindungsstränge vom eigentlichen *vagus* erhält, bei den Cyprinen aber — mit Ausnahme von *Tinca* — einen Zweig des *ramus recurrens trigemini* aufnimmt. Die Hauptportion des Seitennervensystems verläuft als ein einfacher oder doppelter *truncus lateralis* längs des Seitenkanals; der Nerv kommt jedoch auch vielen Fischen zu, welche weder Seitenkanal noch Seitenlinie besitzen*). Sein Vorhandensein scheint eng mit der Entwicklung des Bauchtheiles des Seitenmuskels zusammenzuhängen, wie unter anderen auch die Myxinoiden zeigen, bei denen Bauchtheil des Seitenmuskels sowohl als Seitennerv nicht vorhanden sind. Dem Seitennervensystem des *vagus* entsprechen diejenigen dem *trigeminus cum faciali* angehörigen Nervenäste, welche sich am Kopfe der Fische an dem Schleimröhrenapparate

---

*) „Der eigentliche Seitennerv ist in der Regel von beträchtlicher Stärke; nur bei solchen Fischen, denen ein Seitenkanal mangelt, denen zugleich harte Hautbedeckungen zukommen und bei denen die Ventralmasse des Seitenmuskels am Rumpfe abortiv wird, oder wegfällt, zeigt er sich auf einen sehr geringen Umfang reducirt, oder ganz abortiv. — Sehr schwach ist er bei Diodon und auf das Aeusserste reducirt bei Ostracion. Bei diesen letztgenannten Gattungen treffen alle eben genannten Bedingungen seiner Reduction zusammen“. Stannius, D. periph. Nervens. d. Fische. S. 99.

(*ossa suprascapularia*, *supratemporalia*, *infraorbitalia*) verbreiten.

Ausser bei den Fischen kommt der *n. lateralis* auch bei den Larven der Frösche vor; Pipa, die Proteiden, Derotreten und Cöcilien haben ihn zeitlebens. Bei den höheren Thieren ist (nach Müller) der *ramus auricularis nervi vagi* als Analogon des *n. lateralis* anzusehen.

Die Sinnesnerven richten sich im Allgemeinen nach der Entwicklung der Sinnesorgane; so werden bei den blinden Thieren auch die Augennerven mehr und mehr abortiv. Bei *Amphioxus* (*Branchiostoma*) kann man, so wenig wie Gehirn und Rückenmark, auch Gehirn- und Spinalnerven nicht unterscheiden.

Die Spinalnerven bieten in den vier Klassen keine auffallenden Verschiedenheiten dar.

Auch der sympathische Nerv zeigt wenig Abweichendes. Er fehlt nur den Cyclostomen, wo er durch den *vagus* vertreten wird. Sonst ist seine Lage immer vor den Wirbeln, wo er Verbindungsstränge von den Spinalnerven erhält. Der Kopftheil der Fische liegt an der Schädelbasis, und hier verbindet er sich namentlich mit dem *n. trigeminus* und *vagus*. Bei den Schlangen sind die Ganglien sehr klein; leicht dagegen lassen sie sich bei den Fröschen in der Nähe der weissen, mit Kalkkrystallen gefüllten Säckchen auffinden. Die Verbindungen mit den Hirnnerven sind hier schon zahlreicher geworden als bei den Fischen; noch mehr ist dies der Fall in der Klasse der Vögel. Die Abweichungen des *n. sympathicus* der Säugethiere von dem des Menschen sind kaum nennenswerth.

Joh. Müller, Vergleichende Neuralgie der Myxinoiden. Berlin, 1840. Abhandl. der Berl. Ac. a. d. J. 1838. (Theil der vergl. Anatomie der Myxinoiden.)

Stannius, Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock, 1849.

Das Gehirn unserer Süsswasserfische ist sehr sorgfältig beschrieben in der Dissertation von Klaatsch, *De cerebris piscium etc.* Halle, 1850.

Fischer, *Amphibiorum nudorum neurologia.* Berlin, 1843.

Derselbe, Die Gehirnnerven der Saurier. Hamburg, 1852.

Longet, *Anatomie et physiologie du systéme nerveux. 2. vol deux. éd. Paris* 1845. (Sehr reich an vergleichend anatomischen Daten.)

Tiedemann, Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fötus des Menschen nebst einer vergleichenden Darstellung des Hirnbaues in den Thieren. Nürnberg, 1816.

Huschke, Schädel, Hirn und Seele u. s. w. Jena, 1854.

Zweites Kapitel.

Die elektrischen Organe.

Mehrere Fische (*Torpedo*, *Narcine*, *Malapterurus*, *Gymnotus*, *Gymnarchus niloticus*, *Mormyrus oxyrhynchus* und *dorsalis*) vermögen willkürlich elektrische Schläge zu ertheilen, und sie entwickeln diese Elektricität in besonderen nervenreichen Organen über deren eigenthümlichen Bau erst die letzt verflossenen Jahre Aufschluss gegeben haben.

Am besten ist die Structur des Organes vom afrikanischen Zitterwels (*Malapterurus*) bekannt. Es bildet die mittlere Lage der dicken Hautschwarte, welche den mittleren Körpertheil lose umhüllt. Im Kopf- und Schwanztheile wird die Masse des elektrischen Organes durch eine andre, zwischen der Haut und der inneren Sehnenhaut gelegene Zwischenmasse ersetzt. Das Organ wird durch eine in der Mittellinie des Rückens, und durch eine zweite in der Mittellinie des Bauches verlaufende dünne Scheidewand in zwei symmetrische Hälften getheilt. Sein Inneres besteht zunächst aus einem Gerüst von blättrigem Gefüge, welches eine Anzahl linsenförmiger Abtheilungen oder Fächer bildet, quer gestellt auf die Axe des Fisches. Der elektrische Nerv jeder Seite

entspringt, vollkommen wie eine motorische Wurzel, zwischen dem zweiten und dritten Rückenmarksnerven und ist eine einzige Primitivfaser in einer dicken bindegewebigen Hülle. Im elektrischen Organ verästelt sich die Faser und giebt an jedes Fach ein Endzweigelchen ab. Dieses tritt von hinten in das Fach und breitet sich zu der, an der Hinterwand des Faches anliegenden, vorn freien, nur von Flüssigkeit umspülten elektrischen Platte, Nervenendplatte, aus.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei den übrigen oben genannten elektrischen Fischen, so verschieden auch die Lage der Organe sein mag. Denn beim Zitteraal liegen die Apparate sehr ausgedehnt und oberflächlich im Schwanze und werden von den Spinalnerven versorgt, ganz ähnlich bei den *Mormyri;* bei den Rochen aber in der Kopfscheibe. Die feinere anatomische Untersuchung weist ebenfalls ein Gerüst oder Fachwerk nach, dessen einzelne Kästchen beim Rochen horizontal liegen, bei den andern senkrecht auf die Körperaxe gestellt sind. In ihnen sind die Endzweiglichen der elektrischen Nerven flächenhaft ausgebreitet.

Auch bei dem gemeinen Stachelrochen, *Raja clavata,* findet sich ein den oben beschriebenen Organen analoges Gebilde im Schwanze jederseits neben der Wirbelsäule. In jedem Fache desselben liegt ausser anderen unwesentlicheren Theilen ein scheibenförmiger schwammiger Körper und der allmälige Uebergang der Nerven in die Substanz dieser Körper ist höchst wahrscheinlich.

Ob endlich die Leuchtorgane der Lampyrisarten einen näheren Vergleich mit den elektrischen Organen zulassen, muss die Zukunft lehren. Dieselben sind wohl abgegränzt und bestehen aus einer Hülle, einem Pa-

renchym von Zellen, Tracheen und Nerven, deren Endigung und Verhältniss zu einer gewissen Gattung von blassen Zellen aufzufinden, noch nicht gelungen ist. Das Leuchten ist von der Willkür der Thiere abhängig.

Matteucci, *Traité des phénomènes electro-physiologiques; suivi de recherches anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille par* Savi. *Paris* 1844.

Bilharz, das electrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857.

M. Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. 1. Abth. Halle 1858. Besonders abgedruckt aus dem 4. Bde. der Abhandl. der Naturforschenden Gesellschaft in Halle.

M. Schultze, Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von *Raja clavata*. Müller's Arch. 1858.

Kölliker, Ueber die Leuchtorgane von *Lampyris*. Verhandl. d. Würzb. phys.- med. Ges. Bd. VIII. 1857.

Drittes Kapitel.

Die Sinnesorgane.

Man pflegt die Sinne in niedere und höhere einzutheilen und rechnet zu jenen das Getast und den Geschmack, zu diesen den Geruch, das Gesicht und das Gehör, wobei jedoch zu erinnern, dass, wenn man darnach den niederen oder höheren Rang des Sinnes bestimmen will, ob er unmittelbar oder mittelbar die Eindrücke der Aussenwelt erfasst, der Geruchssinn gewisser Massen die Mitte hält zwischen beiden Kategorieen.

Was die Verbreitung der einzelnen Sinne und der Organe, an welche sie gebunden sind, im Thierreiche anbetrifft, so lassen sich nur ganz im Allgemeinen einige Gesetze dieses Vorkommens aussprechen. Unzertrennlich von dem Begriff des Thieres und unmittelbar an das Bestehen des Nervensystems geknüpft ist das Gefühl, das in der ganzen Oberfläche des Thieres seinen Sitz hat, in vielen Fällen vorzugsweise an besondere, specifisch für dasselbe bestimmte Tastorgane gewiesen ist.

Auch der Geschmackssinn scheint fast ohne Ausnahme postulirt werden zu können und fehlt vielleicht nur denjenigen Thieren, z. B. vielen Eingeweidewürmern, bei denen die Ernährungsfunction überhaupt eine total ab-

weichende ist. Wir haben uns indess nur im Vorbeigehen mit der Untersuchung solcher Möglichkeiten zu beschäftigen und hier, wie überall, vorzugsweise an die anatomisch zu erläuternden Organe zu halten.

An uns selbst können wir oft die Erfahrung machen, wie unwesentlich für das Gesammtleben der Geruchssinn ist, daher wir auch bei einer grossen Menge der Evertebraten, namentlich solchen, die sich nicht weit nach ihrer Nahrung zu bewegen haben, vergeblich nach Geruchsorganen suchen.

Von den beiden noch übrigen Sinnen ist das Gehör der physiologisch und psychologisch wichtigere, und so haben wir auch sein Zurücktreten bei den der menschlichen Bildung entfernter stehenden Thiergruppen *a priori* früher zu erwarten, als das Verschwinden des Gesichtssinnes. Dass man übrigens wohl zu unterscheiden habe zwischen der Ausbildung des Sinnes und der Ausbildung des Sinnesorganes, dass mit andern Worten scheinbar unvollkommen gebaute Organe eben so viel und mehr leisten können als zusammengesetztere, davon geben unter andern die Singvögel ein überzeugendes Beispiel, deren Gehör ein wahrhaft musicalisches zu nennen ist, und worin sie hoch über allen Säugethieren stehen, während ihr Gehörorgan einfachere anatomische Verhältnisse zeigt.

1. Tastorgane.

Das Getast der Polypen ist namentlich in den Tentakeln enthalten, wodurch diese besonders zu Hülfsernährungswerkzeugen geeignet sind. Aehnlich verhält es sich mit den Quallen und Echinodermen; namentlich erstere sind mit zahlreichen Fang- und Tastfäden versehen, und bei den Echinodermen sind die mit Ner-

venzweigen ausgerüsteten Saugfüsschen und Mundtentakeln Sitz eines feineren Gefühls. Besondere selbständige Taster haben die Röhrenquallen.

Die eigenthümlichen Tastorgane der Würmer sind ziemlich sparsam.

Bei den Infusorien kann man die mannichfachen grösseren und kleineren Wimpern, Haken, Borsten und Griffel, welche die Bewegung vermitteln, zugleich Tastorgane nennen. Ihre ganze Hautoberfläche, so weit sie nicht gepanzert, ist gegen äussere Einflüsse sehr empfänglich. Den Zweck eines Tastorgans erfüllt wohl auch der aus einer Verlängerung der sogenannten Oberlippe entstandene Rüssel verschiedener Naiden (*Stylaria*, *Pristina*). Am meisten ausgeprägt sind aber die Tastorgane in derjenigen Abtheilung der Würmer, welche man von dieser Eigenschaft vorzugsweise Fühlerwürmer (*Antennata*) genannt hat; ihr Kopf trägt mehrere (zwei bis fünf) gegliederte Fühler. Es steht damit in Einklang, dass sie die beweglichsten, freisten unter den Würmern sind.

Obschon der ganze, der Willkür des Thieres unterworfene Wimperapparat der Rotiferen äusserst empfindlich ist, findet sich bei einigen dieser Formen, namentlich den Philodinäen, ein besonderes Tastwerkzeug in Gestalt eines längeren, zwischen den beiden seitlichen Wimperkreisen hervorragenden Rüssels, der, an seiner Spitze mit feinen Flimmerhärchen besetzt, lediglich zum Tasten und Sondiren dient.

Bei den Arthropoden sind die Tastorgane allgemein verbreitet. Sie sind bei Spinnen und Insecten als Palpen mit den Mundwerkzeugen verbunden. Ein sehr feines Gefühl müssen die Spinnen auch in den Fussenden

haben, da diese bei der Verfertigung des Gewebes hauptsächlich thätig sind. Unstreitig tasten die Insekten auch mit den sehr verschieden gestalteten Antennen, die man ja geradezu Fühler zu nennen pflegt. Ob denselben vielleicht noch eine andere wichtige Function als Geruchsorgan zukommt, ist sehr ungewiss. Die Crustaceen sind fast durchweg mit oft sehr langen Antennen als Gefühlsorganen versehen, durch welche sich die aus dem Gehirn tretenden Nerven erstrecken.

Ganz specifische Tastorgane sind die kleinen Antennen vieler Lophyropoden, an denen schon bei mässiger Vergrösserung der unmittelbare Zusammenhang der Nervenfasern mit eigenthümlichen geknöpften borstenähnlichen Gebilden zu sehn. Bei anderen Arthrozoen sind die mit einer Anschwellung endenden Hautnerven mit einfachen oder gefiederten Haaren und Borsten zu Tastwerkzeugen verbunden.

Durch das Hautskelet der Arthropoden sind deren weiche Körpertheile unmittelbarer geschützt als viele der mit Schalen und Gehäusen versehenen Mollusken, bei denen wir somit in grösserer Ausdehnung an den zeitweise unbedeckten Körpertheilen Tentakeln angebracht finden. Diese dienen aber mehr dazu, das Thier vor Gefahr zu warnen und zum Zurückziehen zu veranlassen, als dass sie zum wirklichen Betasten benutzt werden, sind also mehr passive als active Gefühlsorgane. In dieser Hinsicht sind die Kiemen- und Afteröffnung der Ascidien mit gefühlsreichen, durch höhere Färbung ausgezeichneten Wärzchen umstellt. Der schon an sich empfindliche Mantel der Lammellibranchiaten zeigt zahlreiche Tentakelanhänge, namentlich an seinem hinteren Theile, um den Athemsipho und die Afterröhre herum,

weniger am Kopftheile, mit dem die Muscheln sehr gewöhnlich im Schlamm vergraben sind. Zwei Paar in der Nähe des Mundes befindliche dreieckige Hautlappen dienen gewiss als Fresstentakeln und ersetzen die oft beträchtlich entwickelten Lippen der Cephalophoren. Bei diesen trägt der Kopf ein oder zwei Paar Fühler, entweder mit einer inneren Höhle *(Helix, Limax)*, so dass sie wie ein Handschuhfinger durch einen besonderen Muskel eingestülpt werden können, oder sie sind solid *(Paludina)* und können sich nur contrahiren. In beiden Fällen treten starke Nerven vom Gehirn bis in die Spitze der Fühler. Gewöhnlich stehen die Fühler auch in einer näheren Beziehung zu den Augen, indem diese auf oder unmittelbar neben ihnen angebracht sind. Die Cephalopoden tasten vermittelst ihrer Arme, namentlich die Nautilaceen, bei denen die zahlreichen contractilen Arme nicht zugleich Bewegungswerkzeuge sind.

Bei den Wirbelthieren treten im Allgemeinen die für das Leben der meisten übrigen Thiere so wichtigen Tast- und Gefühlsorgane in dem Maasse zurück, als der übrige Sinnesapparat gleichförmig ausgebildet ist. Die Tastorgane der Fische beschränken sich auf die weichen, fleischigen Lippen; oft sind auch die Kiefern mit Fühlfäden, Bärteln, versehen. Auch die vordere Mundgegend der Amphibien wird zum Tasten benutzt; das Züngeln der Schlangen ist Tastbewegung. Der Schnabel vieler Wasservögel ist dadurch zum Tasten geeignet, dass er vorn mit einer sehr nervenreichen Haut bekleidet ist.

Bei den Säugethieren ist die gewöhnlich nackte Nasen- und Schnauzengegend vorzugsweise empfindlich, worin diese sehr oft durch Bartborsten und Schnurrhaare

unterstützt wird. Wie wichtig diese Borsten als Tastorgane sein müssen, kann man von den Robben entnehmen, deren Bartborstenscheiden mit ansehnlichen Nervenzweigen vom dritten Aste des *trigeminus* versorgt werden. Einen äusserst feinen, über die ganze gefäss- und nervenreiche Flughaut verbreiteten Tastsinn besitzen die Fledermäuse. Die Fingerspitzen der Affenhände sind zum Tasten noch sehr ungeschickt, indem bei ihnen der Hautnerven viel weniger sind als beim Menschen, dessen Hand dadurch eine so hohe Bedeutung erhält, dass sie ein gleich vollkommenes Tast- und Greiforgan ist.

2. Geschmacksorgane.

Durch Fütterungsversuche an Infusorien kann man sich die Ueberzeugung verschaffen, dass schon diese Thiere unter den durch den Wimperstrudel in die Nähe des Mundes gebrachten Nahrungstheilchen nur die ihnen zusagenden auswählen, offenbar vermöge ihres Geschmackssinnes. Indessen finden wir eigenthümliche Geschmacksorgane weder bei ihnen noch in der ganzen Abtheilung der Radiaten, und auch die Zunge einiger Würmer *(Nais proboscidea)*, der Gliederthiere und Mollusken ist im ganzen weniger Sitz des Geschmacks als Hülfsorgan beim Fressen, daher wir passender unten, bei Beschreibung des Verdauungsapparates, von ihr handeln. Sicher ist wohl die fleischige im Unterkiefer der Cephalopoden verborgene Zunge Geschmacksorgan; es finden sich auf ihr zahlreiche Geschmackspapillen.

Selbst bei den Wirbelthieren steht die Zunge auf einem sehr verschiedenen Grade der Ausbildung; so ist die der wenig wählerischen Fische auf das Zungenbein reducirt, und alleiniger Sitz des Geschmackssinnes

ist die Gaumenfläche*). Die Zunge der Amphibien variirt ungemein. Die *Pipae* haben gar keine; bei den meisten Fröschen ist sie nach hinten frei. Der Zunge der Ophidier als Tastorgan ist schon oben Erwähnung gethan; sie ist schmal, lang, endigt vorn in zwei lange Spitzen und liegt in einer Scheide. Auch viele Saurier haben eine gespaltene in einer Scheide ruhende Zunge, z. B. die *Fissilingues.* Bei den Krokodilen ist die Zunge der ganzen Länge nach angewachsen. Sehr merkwürdig ist die Zunge des Chamäleon; sie kann sehr weit aus dem Munde gestossen werden, um mit dem vorderen kolbigen und klebrigen Theile Insekten zu fangen. Die Erklärung, dass die Ausstossung durch die Zungenbeinmuskeln geschähe, ist nicht genügend, vielmehr scheint es eine Art von Ausspucken zu sein. Dafür spricht auch, dass das Chamäleon beim Zurückziehen der Zunge öfter ungeschickt ist. Die Zunge der meisten Vögel, mit einem hornartigen Ueberzuge versehen, zugespitzt und mit Haken besetzt, ist mehr Greif- als Geschmacksorgan. Nur bei einigen, namentlich den Papageien, ist sie fleischig und trägt zahlreiche Geschmackspapillen. Auch die Säugethiere zeigen mannichfache Zungenbildungen, deren nähere Beschreibung jedoch zu weit führen würde. Allgemein ist hier die Zunge Geschmacksorgan, auch wo sie zum Theil mit Horngebilden bedeckt ist, wie z. B. bei *Echidna*, *Hystrix*.

3. Geruchsorgane.

Was man von den Geruchsorganen der Würmer

---

*) Schon Aristoteles (H. A. IV. pag. 116. Ed. Schneid.) bezeichnet den fleischigen Gaumen der Fische, besonders der Karpfen, als Geschmacksorgan.

gesprochen hat, beruht nur auf Vermuthungen. Erst bei den Arthropoden können wir solche mit einiger Sicherheit nachweisen.

Von der Unterseite des Basalgliedes der äusseren Fühler vieler Decapoden erhebt sich ein kegelförmiger hohler Vorsprung, der vorn durch eine dünne Membran geschlossen ist. Der Kegel enthält einen zarthäutigen Schlauch, der sich nach innen zu einer Blase erweitert und mit einer klaren Flüssigkeit erfüllt ist. Auf diesen weichen Theilen verbreitet sich ein Nerv. Man hat diess ganze Orgau bisher immer für ein Gehörwerkzeug gehalten, allein diese Deutung ist nicht mehr wohl haltbar, seitdem man einen anderen Apparat in den inneren Antennen (vergl. unten Gehörwerkzeuge) unzweifelhafter für die Gehörorgane erkannt hat. In den vorliegenden hat man vielleicht die Geruchswerkzeuge. Bei den Insecten hat man den Sitz des Geruchsinnes bald in den Palpen, bald in den Antennen gesucht. Die anatomischen Verhältnisse scheinen noch am meisten für die Antennen als Geruchsorgane zu sprechen. An diesen finden sich eine grosse Menge von Grübchen, welche unten durch eine zarte Membran geschlossen erscheinen. Aus näheren, namentlich am Fühlerfächer der Lamellicornien angestellten Untersuchungen erhellt jedoch, dass die das Grübchen unten schliessende Haut gar nicht so dünn, und dass sich gewöhnlich in den Vertiefungen durchsichtige pilzförmige Wärzchen erheben. Dieselben für Geruchspapillen zu halten, ist gewagt, da die Verzweigung des Fühlernerven nicht gefunden, und, was das Wichtigere, der stufenweise Uebergang der Wärzchen in wirkliche Haare beobachtet ist. So z. B. sind die Fächerglieder des *Aphodius* äusserlich mit Haare tragenden Poren versehen,

während die inneren Flächen nach der Tiefe zu mehr und mehr warzenartige Erhebungen zeigen.

Ob die ganze Schleimhautoberfläche der Acephalen und besonders der Cephalophoren, oder der Eingang in die Respirationshöhle oder die Lippengegend oder die Tentakeln dieser Mollusken riechen können, müssen wir dahin gestellt sein lassen. Die Bedingungen, welche an ein Geruchsorgan gestellt werden, scheinen dort allerdings erfüllt zu sein. Mit Bestimmtheit sind die Geruchsorgane der Cephalopoden erkannt. Es finden sich in der Nähe der Augen bei einigen zwei kleine Grübchen (*Loligo*, *Sepiola*), aus deren Grunde sich bei einigen anderen (*Octopus*, *Eledone*, auch *Nautilus*) ein papillenartiger Körper erhebt, der bei noch anderen Gattungen (*Argonauta*, *Tremoctopus*) nur von einem sehr geringen Hautwulst umgeben ist. Der Riechnerv entspringt aus dem *ganglion opticum*, tritt mit in die Augenhöhle und durchbohrt die Augenkapsel.

Erst bei den Wirbelthieren werden die allgemein verbreiteten Geruchsorgane Nase genannt.

Selbst *Branchiostoma* besitzt eine solche, eine unsymmetrisch liegende kegelförmige Vertiefung, welche unmittelbar auf dem vorderen, das Gehirn vorstellenden Theile des Rückenmarkes aufsitzt. Auch die Myxinoiden mit den Petromyzonten haben eine sie, namentlich erstere von allen übrigen Fischen unterscheidende Nasenbildung. Die Nase ist einfach, eine lange Röhre, welche bei den Myxinoiden durch Knorpelringe gestützt ist und den Gaumen durchbohrt. (Nur die *Dipnoi* verhalten sich noch so.) Diese Eigenthümlichkeit und der Spritzsack der Petromyzonten scheint durch die veränderte Art der Athmung bedingt zu sein, indem die Cy-

clostomen durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen und daher den bei den übrigen Fischen durch den Mund gehenden und den äusseren Nasenöffnungen neues Wasser zuführenden Athemstrom auf eine andere Weise ersetzen müssen. Bei den Myxinoiden geschieht dies durch eine hinter der Gaumenöffnung gelegene bewegliche Klappe, bei den Petromyzonten durch die erwähnte contractile Ausbuchtung des Nasenrohres, den Spritzsack. Um an der Wassererneuerung des Athemstromes Theil nehmen zu können, sind die Nasenöffnungen der Plagiostomen an der Bauchseite angebracht in der Nähe des Mundes, wie sie auch bei den Stören und Knochenfischen, bei letzteren meist je doppelt, seitlich an der Schnauze liegen. Die mit Flimmerepithelium versehene Riechhaut vermehrt ihre Oberfläche durch Falten und Blätter, gestützt durch Knorpelstäbchen und entweder von einer mittleren Axe radienförmig oder kammförmig nach zwei Seiten ausgehend. Die Nasenkanäle der *Lepidosiren* liegen in den Lippen, die vordere Oeffnung vorn an der Schnauze, die hintere im Mundwinkel; im Uebrigen ist die Nase ganz fischartig. Sehr auffallende Modificationen zeigen einige Arten *Tetrodon;* sie haben statt der inneren Nasenhöhlen tentakelartige Nasenpapillen mit starken Geruchsnerven.

In der Klasse der Amphibien wiederholt sich der Typus der Fischnase noch einmal bei den Proteiden, namentlich *Proteus.* Mit der nun eintretenden Luftathmung ist immer die Oeffnung der Nase in die Mundhöhle verbunden; die Nasengänge öffnen sich bei den Batrachiern sehr weit nach vorn, bei den Krokodilen sehr weit hinten im Rachen. Während im Allgemeinen bei den Amphibien durch Erweiterung der Nasenhöhlen für die Vergrösserung der Oberfläche gesorgt wird, beginnt

5 *

bei ihnen auch die Bildung der Muscheln, welche jedoch erst in den folgenden Klassen ihre Bedeutung hinsichtlich der Flächenvermehrung erhalten.

Die äusseren Nasenöffnungen der Vögel variiren sehr an Form uud Lage; häufig, namentlich bei den Wasservögeln, auch bei *Cathartes*, fehlt die Scheidewand zwischen denselben (*nares perviae*). Die inneren Oeffnungen (*choanae*) sind in der Regel zwei schmale, oft in eine zusammenfliessende Spalten. Die Muscheln sind gewöhnlich Umbiegungen der knorpeligen Wände der Nasenhöhlen, drei an der Zahl, von denen jedoch nur eine in den verschiedenen Ordnungen vorzugsweise entwickelt zu sein pflegt. Alle Vögel, mit Ausnahme der Tauben, besitzen eine, wahrscheinlich die Nasenhöhle feucht erhaltende Nasendrüse, die gewöhnlich auf den Stirnbeinen liegt.

Die wesentlichsten Veränderungen, welchen die Nase der Säugethiere unterworfen, bestehen in der Form und Ausdehnung der unteren Muscheln. Bei den Pflanzenfressern, besonders den Einhufern und Wiederkäuern, ist die Muschel anfangs ein einfaches Blatt, welches sich bald in zwei sich einrollende Lamellen, eine obere und eine untere, spaltet. Bei den durch ihren Geruch ausgezeichneten Fleischfressern sind die Muscheln, indem sie sich dichotomisch spalten und einrollen, baumartig verzweigt und stellen sehr complicirte Labyrinthe dar, am stärksten bei den Seehunden, bei welchen man danach den feinsten Geruch voraussetzen dürfte, wenn nicht das oben angegebene Beispiel vom Gehörorgan der Vögel zeigte, dass keineswegs immer Sinn und Sinnesorgan gleichen Schritt in ihrer Ausbildung halten. Mit der Stärke des Geruchssinnes hängt auch die Ausdeh-

nung der Knochenhöhlen (*sinus frontales*, *maxillares*, *sphenoidales*) zusammen, mit denen sehr häufig die Nasenhöhlen communiciren. Beträchtlich sind namentlich beim Elephanten die Stirnbein- und Keilbeinhöhlen.

Sehr bedeutend ist die Umwandlung, welche das Geruchsorgan der ächten Cetaceen erleidet, bei denen zum Theil die Geruchsfunction durchaus zurücktritt, indem den Delphinen die Riechnerven gänzlich zu mangeln scheinen.

4. Gesichtsorgane.

Damit ein Thier sehe, muss es Nerven besitzen, mit der specifischen Energie, von Lichterscheinungen erregt zu werden; es müssen ferner mit dem Ende oder der eigenthümlich modificirten Endausbreitung dieser Nerven (*retina*) lichtbrechende und lichtsammelnde Apparate verbunden sein, welche die Lichtstrahlen in zweckmässiger Weise auf die Nerven leiten.

Das Princip der sogenannten einfachen Augen beruht darin, dass durch den lichtbrechenden Apparat wie durch die Linse einer *camera obscura* ein continuirlich zusammenhängendes, aber umgekehrtes Bild auf die flächenhafte Ausbreitung des Sehnerven geworfen wird. Wären die lichtbrechenden Apparate starr, so würden die mit solchen Augen versehenen Thiere nur von Gegenständen aus einer bestimmten Entfernung deutliche Bilder bekommen. Dem ist bei den höheren Thieren durch die Accommodationsfähigkeit der brechenden Medien und ihrer Einfassungen vorgebeugt, während zugleich durch die besondere Krümmung der Medien und durch die Combination verschiedener hinter einander liegender Medien den Uebelständen abgeholfen wird, welche bei optischen In-

strumenten so schwierig zu überwinden sind, der sphärischen Aberration und der Farbenzerstreuung.

So sind im allgemeinen die Augen der Wirbelthiere gebaut, welche, wie man mit Recht behaupten kann, am vollkommensten sehen.

Auch bei den Wirbellosen sind die nach dem Plane der einfachen Augen gebauten Sehwerkzeuge sehr verbreitet; sie erreichen jedoch nur annähernd bei den Cephalopoden die Complication und Vollkommenheit des Wirbelthierauges. Bei den übrigen wird das Auge durch Vereinfachung des lichtbrechenden und bilderzeugenden Apparates unvollkommener, auch findet sich die eigenthümliche Structur der als Netzhaut bekannten Ausbreitung des Sehnerven nicht wieder. Es werden also die Sehwerkzeuge so mangelhaft, dass wirkliche Bilder gar nicht mehr zur Perception gelangen und dass viele Thiere, bei welchen sich noch ein Rest von Augen findet, es mit ihnen höchstens zur Unterscheidung von Licht und Dunkel bringen.

Nach einem ganz anderen Princip, meinte man bis vor Kurzem, seien die sogenannten zusammengesetzten Augen der Arthrozoen gebaut. Nur unter dieser Voraussetzung hat man eigentlich das Recht, im Gegensatz dazu von den einfachen Augen zu sprechen. Wir können jedoch den Namen „zusammengesetzte Augen“ beibehalten, da sie jedenfalls durch eigenthümliche Form- und Structurverhältnisse sich auszeichnen, auch wenn es sich ergeben sollte, dass sie im Wesentlichen sich auf das einfache Auge zurückführen lassen.

Die einfachen Augen.

1. Bei den Strahlthieren. Man hat bei ihnen Augen

mit lichtbrechenden Medien, wodurch Bilder der Objecte erzeugt werden könnten, nicht gefunden. Diese werden, wie auch bei vielen Würmern, ersetzt durch Anhäufungen von Pigment, die man um so eher für ein Surrogat wirklicher Augen halten muss, als sie sehr constant bei den betreffenden Thieren vorkommen und häufig mit Nerven in Verbindung stehen. Das wichtigste Argument für die Natur und Bedeutung der Pigmentflecke können wir von den Würmern und Räderthieren entlehnen, deren einige Formen die Pigmentflecke an demselben Orte, in demselben Zusammenhange mit dem Nervensystem haben, wo bei verwandten Gattungen unzweifelhafte Augen mit lichtbrechenden Medien sich finden. Jedenfalls ist die Intensität des an diese Augenflecke gebundenen Gesichtssinnes eine höchst geringe. Bei vielen Schirmquallen, am vollkommensten bei den Medusengattungen *Nausithoe* und *Carybdaea* finden sich im Scheibenrande eigenthümliche pigmentreiche und mit Kalkkrystallen versehene Körper (Randkörper), die wohl als Gesichtsorgane zu deuten sind. Die Rippenquallen haben ein einziges solches Organ nicht weit vom Hinterleibsganglion. Unter den Echinodermen besitzen Pigmentflecke die Asteriden und Echinoiden, erstere an dem Ende der Unterseite der Strahlen, letztere auf dem Rücken auf den mit den Genitalplatten abwechselnden Ocellarplatten.

2. Bei den Würmern. Blosse Pigment-Augenflecke, wie wir sie eben beschrieben, kommen in allen Klassen der Würmer vor, wenn auch bei den Eingeweidewürmern nur bei den Larven einiger Arten von *Distomum* und *Monostomum*, unter den Infusorien bei den Gattungen *Amblyophis, Microglena, Euglena* u. a. Die Pigmentflecke der Strudelwürmer nehmen häufig

eine bestimmtere Gestalt an, weniger bei den Rhabdocölen aus der Gattung *Mesostomum*, als bei den Nemertinen, bei denen sich für jeden Pigmentfleck ein besonderer, von dem Nackenganglion entspringender Nerv verfolgen lässt. Von den Anneliden, welche Pigmentflecke besitzen, erwähnen wir die Naiden, die merkwürdige, auch am Schwanzende beaugte *Amphicora*, ferner *Filograna* und einige Rückenkiemer *(Nephthys)*. Bei den meisten dieser Würmer ist freilich ein Zusammenhang mit dem Nervensystem nicht zu sehen.

Wir begegnen aber nun auch bei den Würmern Augen, die als wirkliche optische Werkzeuge zu gebrauchen sind, d. h. lichtbrechende Medien besitzen und, wenn auch in überaus einfacher Weise, doch schon nach demselben Princip gebaut sind, welches das Säugethierauge befolgt. Bei den Rhabdocölen, z. B. den meisten Vorticinen, liegt in der halbmondförmig gekrümmten Pigmentmasse eine Linse eingebettet, die man deutlicher bei den Dendrocölen wahrnimmt.

Unter den Ringelwürmern sind es namentlich die beweglicheren, welche Augen haben, bestehend aus einer von Pigment eingefassten Linse, über der sich, wie bei den Strudelwürmern, die Oberhaut als Hornhaut wölbt. Das Pigment bildet häufig eine Art von Pupille. Hierher gehören die Blutegel, und viele Rückenkiemer (z. B. *Amphinome*, *Nereis*, *Eunice)*. Die höchste Ausbildung des Annelidenauges kommt bei *Alciope (Torrea Qutfg.)* vor*).

*) Quatrefages beobachtete die durch dasselbe entworfenen Bilder unter dem Microscop und sagt, sie seien ganz vollendet gewesen. „Ich unterschied alle Biegungen des benachbarten Ufers, bis auf die Umrisse der leichtesten Wölkchen. Keins dieser Bilder zeigte eine Spur von farbigen Streifen“. *Ann. des sc. nat. III Ser.* 13.

3. Bei den Arthrozoen. a. Einfache Augen mit Linse, ohne Glaskörper. Derartig construirte Augen, wie wir sie eben bei den Würmern kennen lernten, finden wir bei Crustaceen und Insekten. Sie bestehen aus einer von der Körperbedeckung, wie immer in dieser Abtheilung, gebildeten Cornea, einem dahinter liegenden durchsichtigen, linsenartigen Körper, der die Linse einfassenden Pigmentschicht und dem durch das Pigment an die Linse tretenden Sehnerven. Unter den Crustaceen haben sie unter anderen die Jungen mehrerer Parasiten und Lophyropoden; einige dieser Formen (z. B. die *Cyclopidae*) behalten sie zeitlebens. An diese niederen Krebse schliessen sich auch die Räderthiere an. Der unpaare Augenfleck, den viele Gattungen, u. a. *Notommata, Euchlanis*, *Dinocharis, Brachionus*, haben, umschliesst nur höchst selten (*Euchlanis uniseta Leyd.*) einen lichtbrechenden Körper. Weit häufiger scheinen die mit zwei Augenflecken versehenen Räderthiere, z. B. *Pterodina*, *Stephanoceros*, *Rotifer*, darin eine Linse zu besitzen. Die Larven der Insekten mit vollkommener Verwandlung tragen gewöhnlich nur diese Augen, während viele ausgebildete Insekten, sehr viele Orthoptern, Diptern, alle Hymenoptern sie neben den zusammengesetzten Augen behalten.

b. Einfache Augen mit Linse und Glaskörper. Nur wenig modificirt sind die Augen derjenigen Gliederthiere, bei denen zu dem beschriebenen Apparat noch eine lichtbrechende Materie, ein Glaskörper tritt, zwischen Linse und der becherförmig sich ausbreitenden Nervenhaut. Die Pigmentschicht pflegt zwischen Linse und Glaskörper sich einzuschlagen und so eine Art von Iris und Pupille zu bilden. Diese Augen sind sehr

verbreitet bei den Arachniden, auch bei der Larve von *Dyticus marginalis* sind sie nachgewiesen, und leicht dürfte der Glaskörper sich noch allgemeiner finden. Die unter a und b beschriebenen Augen werden *stemmata* oder *ocelli* genannt.

c. Aggregirte einfache Augen (*ocelli gregati, stemmata gregata*). Durch Vermehrung und Annäherung der einfachen Augen, ohne dass die einzelnen Corneen oder die inneren Theile der einzelnen Augen sich berühren, entstehen aggregirte Augen, wie sie die Onisciden, Polypoden und die Männchen der Strepsipteren haben; dort sind es 20 bis 40, bei letzteren gegen 70 Ocellen, deren jede einen Faden des sich zertheilenden Sehnerven empfängt. Gewöhnlich entfernt man, wenn man die Hornhautschicht abzieht, zugleich die enger mit dieser als mit den Glaskörpern verbundenen Linsen.

4. Bei den Mollusken. In der Abtheilung der Weichthiere sind die Augen sehr verbreitet; wir finden nur ausnahmsweise jene an Stelle der Augen auftretenden Pigmentanhäufungen, die man vielleicht häufiger bei den Acephalen erwarten könnte, sondern die Augen zeigen gleich bei dieser Klasse eine complicirtere Structur, als wir in den einfachen Augen der Arthropoden bemerkten, während sie bei den Cephalopoden unmittelbar zu dem zusammengesetzten Bau des Auges der Wirbelthiere und des Menschen führen. Nur die Augen einiger Pteropoden, *Clio* und *Sagitta* (wenn letzteres Thier nicht zu den Würmern zu zählen), sind unvollkommen. Die um die After- und Athemöffnung vieler Ascidien (*Clavellina, Cynthia, Phallusia*) herumliegenden Augen, eingebettet in gelbe Pigmenthaufen, haben ungefähr dieselben Bestand-

theile, wie die sogleich zu beschreibenden der Lamellibranchiaten.

Bei diesen wird der Augapfel eingeschlossen von einer festen, fibrösen *sclerotica*, welche auch an den Seiten durchsichtig ist, namentlich aber vorn, wo eine zarte *conjunctiva* über sie hinweggeht, eine *cornea* bildet. An ihrer inneren Fläche liegt eine aus zwei verschiedenfarbigen Pigmentschichten bestehende *chorioidea*, welche vorn eine, meist bläuliche *iris* bildet und häufig der Pupille gegenüber ein aus spindelförmigen, quergefurchten Körperchen zusammengesetztes *tapetum* enthält. Dieses bringt z. B. bei *Pecten, Spondylus* einen wundervollen Glanz hervor. Die Iris ist contractil. Die ziemlich platte Linse lässt zwischen sich und der stärker gewölbten *cornea* einen Raum, welcher durch die Iris in eine vordere und eine hintere Augenkammer getheilt wird. Die Hinterfläche der Linse wird aufgenommen vom Glaskörper, welchen die *retina* umfasst. Die Augen, deren Zahl sehr variirt nach den Individuen und selbst nach den Mantelhälften der einzelnen Individuen, liegen auf den Mantelrändern und den von diesen abgehenden Tentakeln und Fortsätzen, namentlich am Hintertheile. Der Verlauf der Augennerven, ob diese, wie man vermuthen sollte, von dem über dem Schlunde liegenden Ganglienpaare entspringen, ist ungewiss.

Fast ganz so, wie die Augen der Lamellibranchiaten, sind diejenigen der Cephalophoren beschaffen, nur dass man nicht die doppelte Schichte der Chorioidea gefunden, auch kein Tapetum, und dass die Iris nicht contractil zu sein scheint. Die Cephalophoren haben nie mehr als zwei Augen; diese liegen bei *Helix* und *Limax* auf der Spitze der hinteren Fühler, bei *Paludina* und

Limnaeus auf einem Absatze an den Tentakeln. Der feine Sehnerv scheint immer von dem Fühlernerven gesondert aus den oberen Schlundganglien zu entspringen.

Die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten der zwei unverhältnissmässig grossen Augen der Cephalopoden, in deren Beschreibung und Deutung man jedoch noch sehr uneins ist, möchten etwa folgende sein: Bei den Loliginen und Octopoden liegt der Augapfel, vorn und an den Seiten frei, in einer Augenkapsel, gebildet durch die knorpelige Augenmuschel und eine sich an den Knorpel anschliessende fibröse Haut, welche vorn mit der Hautbedeckung sich verbindet, dünn und durchsichtig wird und somit als *cornea* fungirt. Indem nun der Augapfel nicht unmittelbar an die Augenkapsel sich anlegt, entsteht eine vorn und seitlich den Augapfel umgebende Höhle, geschlossen durch eine seröse Haut, die von einigen Zootomen mit der *coniunctiva* verglichen worden. Diese seröse, auf dem Augapfel silberglänzende Haut bildet die Iris, und aus der Pupille ragt die Linse frei in die Augenkapselhöhle, welche merkwürdiger Weise mit der Aussenwelt durch eine enge Oeffnung communicirt. Kann aber schon hier das Meerwasser mit der Höhlenflüssigkeit sich vermischen, so wird bei *Loligopsis* und *Onychotheutis* die Linse geradezu vom Meerwasser bespült, da bei diesen Gattungen die Augenkapsel vorn gar nicht geschlossen ist. Im Uebrigen lassen sich am Augapfel ungefähr dieselben Haupttheile benennen, wie am Wirbelthierauge.

5. Bei den Wirbelthieren. Die Beispiele von Blindheit oder sehr unvollkommener Ausbildung der Gesichtsorgane sind unter den Wirbelthieren Ausnahmen. Dahin gehören unter den Fischen die Leptocardier, indem

bei *Branchiostoma* nur zwei Pigmentflecke sich finden, ferner die Myxinoiden, deren rudimentäre Augen von der Haut (*Bdellostoma*) oder auch von Muskeln (*Myxine*) bedeckt werden, eine Eigenschaft, die selbst ein Säugethier, *Spalax typhlus*, mit den Fischen theilt. Von den Amphibien sind die unterirdisch lebenden Proteiden hierher zu rechnen.

Sonst zeigt das Auge der Wirbelthiere verhältnissmässig geringe Varietäten. In allen Klassen finden sich die vier geraden und zwei schiefen Muskeln, zu denen bei den Amphibien und vielen Säugethieren der Zurückzieher des Augapfels, *musculus retractor oculi*, kommt, der bei den Wiederkäuern in vier einzelne Muskeln zerfällt.

Die Augenlidbildung kommt bei den Fischen nur unvollkommen zu Stande, indem gewöhnlich die äussere, durchsichtiger gewordene Haut einfach das Auge überzieht. So ist es auch bei vielen Amphibien, z. B. den Cöcilien, Ophidiern und Geckos. Bei *Chamaeleon* sind die Augenlider zu einer kreisrunden mit einem Querspalt versehenen Blendung verwachsen. Aber schon bei den Fischen, in einer Abtheilung der Haie (*Nictitantes*), sehr vielen Amphibien (am vollständigsten bei den Krokodilen) und ganz allgemein bei den Vögeln findet sich ein drittes Augenlid, die Nickhaut, *membrana nictitans*, welche von dem vorderen (inneren) Augenwinkel aus durch einen eigenthümlichen Muskelapparat über das Auge gezogen werden kann. Sie schwächt, da sie ziemlich dünn ist, die Lichtempfindung nicht ganz ab. Mit ihr ist immer die Hardersche Drüse verbunden. Bei den Säugethieren ist die Nickhaut auf die *plica se-*

milunaris reducirt, die bei einigen, z. B. den Pferden, einen Knorpel enthält.

Der Thränenapparat fehlt den Fischen, ist aber schon bei den meisten Amphibien vorhanden. Die Thränen der Schlangen bleiben unter der von dem äusseren Hautüberzuge gebildeten und das Auge wie ein Uhrglas bedeckenden Kapsel und werden von hier aus in den Thränenkanal geleitet.

Das Auge der Fische ist an der Hinterwand der *orbita* befestigt. Die *sclerotica* der meisten Knochenfische nimmt zwei, häufig verknöchernde Knorpelstreifen auf, welche beim Stör zu einem Knorpelcylinder werden. Die *cornea* ist sehr flach; ihre grössere Convexität würde, bei der brechenden Kraft des Wassers, dem deutlichen Sehen hinderlich sein. Die äussere in die Iris übergehende Lamelle der *chorioidea* zeichnet sich durch ihren Silberglanz aus, auf der inneren Fläche der *chorioidea* findet sich oft (z. B. bei den Plagiostomen) ein silberglänzendes *tapetum*. Das *corpus ciliare* haben nur die Plagiostomen, und die Thunfische. Durch den Spalt der *retina* der Knochenfische tritt in den Glaskörper bis zur Linse der *processus falciformis*, dessen vordere Anschwellung die *campanula Halleri* ist. Feinere histologische Untersuchungen haben gezeigt, dass diess Organ nicht sein Analogon im Kamm der Vögel hat. Der *processus* besteht aus Arterie, Vene und Nerv, umschlossen von einer bindegewebigen Scheide, die aus der Bindegewebs-Membran der Chorioidea stammt. Die *campanula* ist musculös.

Das Auge der Amphibien nähert sich dem der Vögel; die Linse ist platter als bei den Fischen, das *corpus ciliare* vorhanden. Der bei vielen Sauriern

(Anguis, Lacerta) vorkommende Kamm *(pecten, marsupium)*, als dessen Analogon wohl auch der in der Mitte der Retina befindliche schwarze Fleck bei den Krokodilen anzusehen, ist dieselbe Bildung, welche bei den Vögeln vorkommt.

Bei den Vögeln wird die *cornea* von einem Knochenringe umgeben, bestehend aus einer unbestimmten (12—30) Anzahl von Platten. Ganz allgemein ist nun der Kamm, ein dunkler, fächerförmiger Körper, der viel Pigment und Gefässe enthält. Er erstreckt sich häufig bis an die Linsenkapsel, und gehört nach Ursprung und Bau der Aderhaut an. Genauer gesagt, stimmt er mit den *processus ciliares* der *chorioidea* überein.

Die Modificationen, welche das Auge der Säugethiere im Vergleich mit dem menschlichen darbietet, sind unbedeutend. Eine ganz enorme Anschwellung der *sclerotica* findet sich bei den Wallfischen. Von der *uvea* ragen bei den Pferden, vielen Wiederkäuern, auch beim *Monodon* die sogenannten Trauben bis in die Pupille herab, eine auch bei einigen Fischen *(Rhinobatus)* vorkommende Bildung. Wichtig sind die auf das *tapetum* sich beziehenden Veränderungen, eine eigenthümliche Membran im Auge vieler Säugethiere, welche die Fähigkeit hat, das Licht zurückzuwerfen, und so das scheinbare Selbstleuchten der Augen hervorbringt. Bei den eigentlichen Pflanzenfressern, den Pferden, Wiederkäuern, den Cetaceen und einigen fleischfressenden Beutelthieren ist das *tapetum* faserig, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe und zeigt getrocknet nicht mehr die Interferenzerscheinungen. Dagegen ist das *tapetum* der Carnivoren und Robben zellig.

Wir sind nun genöthigt, um über die sogenannten

zusammengesetzten Augen der Arthrozoen sprechen zu können, Einiges aus den neueren vergleichend histologischen Untersuchungen über den Bau der Netzhaut des Wirbelthierauges beizubringen*).

Nach H. Müller hat man in der Retina der Wirbelthiere nicht weniger als acht Schichten zu unterscheiden, zu innerst eine Begränzungshaut, zu äusserst die Schichte der Stäbchen und Zapfen, dazwischen mehrere Schichten von Körnern, eine Nervenzellenschichte und die unter der Begränzungshaut liegende Schicht der Sehnervenfasern. Die Elemente der Stäbchenschicht sind mit den Körnern und durch diese mit den Ganglienzellen und Nervenfasern in continuirlichem Zusammenhange, und dadurch und durch andre Gründe wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Stäbchen und Zapfen die wahren Nervenenden sind und als solche die Function der Lichtempfindung haben, während die anderen Elemente der Retina als blosse Leiter der in der Stäbchenschicht hervorgebrachten Eindrücke dienen. Für diese Auffassung spricht auch das Verhalten der Retina der Cephalopoden, bei denen die innerste Schicht der Retina durch Cylinder gebildet wird, die den Stäbchen der Wirbelthiere ähnlich sind. Dann kommt eine dichte Pigmentlage, durchbohrt von den fadenförmigen Fortsätzen jener Cylinder. Der bei den Wirbelthieren allerdings auffallende Umstand, dass die Stäbchenschicht nach aussen liegt, wird aufgewogen durch die fast vollkommene Durchsichtigkeit der vorliegenden Schichten.

---

*) Dass wir uns in diesem elementaren Werke einfach an H. Müller und Leydig halten und eine Discussion über die dorpater Gegenansichten vermeiden, wird man erklärlich finden. Der Vortrag kann und soll ergänzen.

Die zusammengesetzten Augen.

Viele Crustaceen und fast alle Insecten im Imagozustande besitzen die sogenannten zusammengesetzten Augen, deren Hornhaut in der Regel in zierliche, scharf conturirte Felder getheilt ist, facettirt. Hinter jeder Hornhautfacette liegt eine Reihe durchsichtiger Körper, die bis zur gangliösen Ausbreitung oder Anschwellung des Sehnerven sich erstrecken und durch Pigment von ihren Nachbarn getrennt sind. Die Entscheidung über die wahre Natur dieser Augen hängt davon ab, ob jene durchsichtigen Körper blosse lichtbrechende und leitende Medien, oder ob sie unmittelbare Ausläufer des *opticus* sind. Lange Zeit hat die erste Ansicht allgemeine Geltung gehabt, nachdem Joh. Müller*) eine höchst ansprechende Theorie über das Sehen mit derartigen Augen aufgestellt. Das Bild sollte dadurch zu Stande kommen, dass durch jede Facette mit den dahinter liegenden Theilen immer nur ein Punkt des Gegenstandes abgebildet, das ganze Bild also musivisch zusammengesetzt würde. Je mehr Facetten, desto mehr Punkte des Gegenstandes könnten zugleich zur Perception gebracht werden, desto deutlicher also das Sehen. Man unterschied also hinter jeder Facette eine Linse, welche mit ihrem hinteren, stumpfen Ende von einem becherförmigen Glaskörper aufgenommen würde, welcher letztere wieder in eine becherförmige Ausbreitung des vom Sehganglion kommenden Nervenfaden passte. Zwischen Hornhaut und Lines bildet häufig das Pigment eine Art Iris.

Feinere anatomische Untersuchungen und physicalisch-

*) In dem klassischen Werke: Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826.

theoretische Bedenken lassen jedoch diese Auffassung sehr zweifelhaft erscheinen. Leydig hat es wahrscheinlich gemacht, dass die hinter jeder Facette liegenden Bildungen (beschrieben als Linse oder Krystallkegel, Kapsel desselben, Glaskörper), an welche sich der Nervenfaden ansetzen sollte, nur die unmittelbaren, besonders modificirten Fortsetzungen des Nervenfaden seien. Die Gesammtheit dieser Nervenfaden mit den Fortsetzungen soll der Stäbchenschicht (*stratum bacillorum*) im Wirbelthierauge, das Sehganglion des Insectenauges dagegen denjenigen Schichten der Netzhaut entsprechen, welche aus Zellen, Körnern und Nervenfasern sich zusammensetzen. Es würde demnach das facettirte Insectenauge so gut wie das einfache Auge eine organische Einheit vorstellen.

5. Gehörorgane.

Vergleicht man die Ausbreitung der Gehörwerkzeuge mit der der Gesichtswerkzeuge, so prävaliren letztere bei den wirbellosen Thieren. Das Gehörorgan kann an und für sich einfacher gedacht werden; beim Auge ist wenigstens immer ein durchsichtiges, vor dem Nerven liegendes Medium nöthig, die Schallwellen hingegen werden durch die verschiedenartigsten Körper hindurch geleitet. Und so ist ein specifisch für Schallwahrnehmungen empfänglicher Nerv denkbar, ohne allen acustischen Nebenapparat, möglicher Weise ein Grund, dass wir bei so vielen Thieren (z. B. Spinnen und Insecten) vergeblich nach Gehörorganen gesucht.

Die Physik lehrt, dass, je verschiedenartiger an Dichtigkeit zwei Körper sind, desto schwieriger die Fortleitung der Schallwellen aus dem einen in den andern erfolgt, und dass die Wellen um so schwächer werden.

Die Leitung erfolgt also schwerer aus der Luft in die Thierkörper, als aus dem Wasser. Die Wasserthiere werden also im Allgemeinen einen einfacheren acustischen Apparat nöthig haben, als die Luftthiere.

Der wesentlichste Theil am menschlichen Ohre ist das häutige Labyrinth. Die einfachen Gehörorgane der meisten niedern Thiere sind als Analogon desselben aufzufassen.

Gehörorgane der Würmer.

Die glashellen, einen krystallähnlichen Körper einschliessenden Bläschen, die sich, gewöhnlich von Pigment umgeben, in der Nackengegend mancher Strudelwürmer finden *(Convoluta, Monocelis, Proporus)*, sind, alles in allem erwogen, doch wohl als Gehörorgane zu betrachten, in denen der innere bewegungslose Körper dem oder den Otolithen der Mollusken und andrer Thiere entspricht.

Bei einigen, namentlich zwei mit *Amphicora* verwandten Borstenwürmern sind Gehörbläschen mit Otolithen gefunden, wie wir sie unten bei den Mollusken kennen lernen. Bei *Amphicora Sabella* habe ich nichts dem Aehnliches bemerkt. *Arenicola* besitzt auf jeder Seite des Oesophagus ein Bläschen mit Otolithen.

Gehörorgane der Arthropoden.

Unter den Crustaceen hat man bisher nur bei den Decapoden Organe gefunden, welche sich als Gehörwerkzeuge deuten lassen. Es sind das dieselben, welche, an und in der Basis der inneren Antennen gelegen, bisher für die Geruchsorgane gehalten wurden. Die Deutung ist nach einigen neueren Befunden nöthig geworden, da

6 *

Leucifer und einige andere ein vollständig geschlossenes Bläschen mit einem Otolithen, also das vollständige Analogon des Gehörorgans anderer wirbelloser Thiere an jener Stelle besitzen. Bei *Astacus*, *Homarus*, *Palinurus, Palaemon, Pagurus* u. a. liegt das Gehörbläschen in der unteren Hälfte des Basalstückes der inneren Antennen. Statt eines Otolithen enthält es einen Haufen unregelmässiger, steiniger Concremente; auch das Bläschen ist unregelmässiger und communicirt in der Regel durch einen von Borsten umgebenen Spalt mit der Aussenwelt.

Obgleich die Spinnen zu hören scheinen, sind dennoch weder bei ihnen, noch bei den allermeisten Insekten Gehörorgane nachgewiesen. Nur bei den Orthoptern scheint das Vorhandensein derselben ausser Zweifel. Bei den Acridiern (*Gomphocerus* u. a.) bemerkt man oben und an den Seiten des ersten Hinterleibsringes einen eiförmigen Ausschnitt, umgeben von einer hornigen Einfassung, in welcher eine trockne, dünne Membran als Trommelfell ausgespannt ist. An der Innenseite dieser Membran sind einige Hornstückchen befestigt, in deren eigenthümliche Vertiefungen sich die letzten Enden des vom dritten Brustganglion entspringenden Hörnerven als stabförmige Elementartheile einsenken. Der Apparat wird von hinten eingeschlossen durch die Ausbreitung einer Tracheenblase, welche von dem im Hornringe befindlichen Stigma entspringt, und wodurch also ausgezeichnet für die Resonanz gesorgt ist. Auffallender noch ist die Lage der Gehörorgane bei den Locustiden und Achetiden in den Tibien des ersten Fusspaares, z. B. bei *Locusta viridissima*. Den Eingang bilden bei ihr auf beiden Seiten der Tibien zwei längliche, ritzförmige Oeffnungen; hinter jeder ist ein Trommelfell, und zwischen

beiden Trommelfellen erweitert sich der Tracheenstamm der Beine zu einer Art von Blase. Da, wo diese Erweiterung beginnt, macht der aus dem ersten Brustganglion entspringende Gehörnerv eine Anschwellung, aus welcher ein bandförmiger Fortsatz an der Tracheenblase herabläuft. Die am Hinterrande des Prothorax bemerklichen grossen Stigmen sind die Mündungen jener Haupttracheenstämme, neben welchen sich die eigentlichen Stigmen des Prothorax befinden.

Gehörorgane der Mollusken.

Bei den Mollusken sind die Gehörorgane sehr verbreitet, aber in einer sehr einfachen Form. Unter den Acephalen finden sie sich fast allgemein bei den Lamellibranchiaten. Es sind zwei von einer durchsichtigen Haut gebildete Bläschen, welche eine Flüssigkeit mit einem Otolithen enthalten und unmittelbar auf dem Fussganglienpaare aufsitzen (z. B. bei *Cyclas*) oder durch kurze Gehörnerven damit verbunden sind (z. B. bei *Anodonta, Unio*). Die Angabe über ähnliche Gehörbläschen der Tunicaten bedürfen einer näheren Bestätigung.

Die Gehörkapseln der Cephalophoren enthalten in der Regel eine grössere, unbestimmte Anzahl von Otolithen. Einen haben die Heteropoden und mehrere Nacktkiemer. Die zitternde, schwankende Bewegung, welche man an den Gehörkrystallen wahrnimmt, so lange die Kapsel nicht zerdrückt ist, rührt von sehr feinen Wimpern her, mit denen die Innenseite der Kapsel bekleidet ist. Gewöhnlich liegen die Gehörkapseln auf dem unteren Schlundganglienpaare, eine Lage, welche der bei den Lamellibranchiaten bemerkten entspricht; und nur in den Fällen, bei vielen Nacktkiemern, wo die unte-

ren Schlundganglien in die Höhe gerückt und mit den oberen Partieen verschmolzen sind, haben auch die Kapseln an dieser Translocation Theil genommen, unmittelbar dem Gehirn aufsitzend (*Aeolis*, *Doris* u. a.). Auch bei einigen Heteropoden empfangen die Gehörbläschen ihre Nerven von der Gehirnmasse.

Die Gehörbläschen der Cephalopoden befinden sich in zwei Höhlungen des unteren Theiles des Kopfknorpels und enthalten nur einen, sehr verschieden gestalteten Otolithen. Der Hörnerv verbreitet sich auf dem birnförmigen Bläschen, das man dem häutigen Labyrinth der Wirbelthiere gleichstellen kann, wie die Knorpelhöhle dem knöchernen.

Gehörorgane der Wirbelthiere.

Wir haben das Gehörsäckchen der Krebse und Cephalopoden mit dem häutigen Labyrinth der Wirbelthiere verglichen; näher bezeichnet würde es nur dem *vestibulum membranaceum* entsprechen, indem jede Andeutung von halbzirkelförmigen Kanälen fehlt. Diese sind das alleinige Eigenthum der Wirbelthiere.

Das Gehörorgan von *Branchiostoma* ist unbekannt. Bei allen übrigen Fischen beschränkt es sich auf die *canales semicirculares* mit dem *vestibulum*, jedoch finden bedeutende Unterschiede statt. Das, wie bei den Petromyzonten, in einer eigenen Gehörkapsel liegende häutige Labyrinth der Myxinoiden ist ein einziger in sich zurücklaufender Kanal mit einer dem *vestibulum* gleichwerthigen Anschwellung. Bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* besteht das häutige Labyrinth aus dem durch eine Furche in zwei symmetrische Hälften zerlegten *vestibulum* mit einem zwischen den Ampullen gelegenen

sackförmigen Anhange und zwei halbzirkelförmigen Kanälen, die mit dem *vestibulum* verwachsen sind, an der inneren Wand der Knorpelkapsel sich knieförmig verbinden und an dieser Stelle, so wie durch ihre fast dreitheiligen Ampullen mit dem Vorhofe communiciren. Alle übrigen Fische besitzen, wie die Amphibien, Vögel und Säugethiere, drei halbzirkelförmige Kanäle.

Bei den Plagiostomen ist das häutige Labyrinth, *canales semicirculares* nebst *vestibulum* und dem sackförmigen Anhange desselben ganz in den knorpeligen Schädel versenkt. Durch eine kanalartige Verlängerung der knorpeligen Bedeckungen (Haie) des Vorhofes, oder auch zugleich des *vestibulum membranaceum* selbst setzt sich das Labyrinth mit der Aussenwelt in Verbindung; die beiden Kanäle münden durch einige sehr kleine Oeffnungen in eine auf dem Hintertheil des Schädels befindliche und von der äusseren Haut überzogene Grube. Bei den Knochenfischen, denen sich Chimären und Störe anschliessen, liegt das häutige Labyrinth theils in der Schädelhöhle, theils in den Schädelwandungen. Sowohl im *vestibulum*, als in den beiden Abtheilungen des mit dem *vestibulum* verbundenen Säckchens, *saccus vestibuli*, befinden sich Otolithen, die wieder von einer feinen Membran umgeben und durch dieselbe an die Labyrinthwände befestigt sind.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung, welche bei verschiedenen Fischen zwischen der Schwimmblase und dem Gehörorgane besteht. So findet sich bei den Siluroiden mit Schwimmblase, den Cyprinoiden und Characinen unter den vorderen Wirbeln eine Reihe von drei Knöchelchen, deren vorderstes an hintere Verlängerungen und Ausbuchtungen des häutigen Labyrinthes

stösst, während das hintere bis zur Schwimmblase reicht. Bei *Clupea, Engraulis* und *Notopterus* verlängert sich die Schwimmblase in einen, nicht mit dem Schlundgange zu verwechselnden Kanal, der sich wieder theilt. Jeder dieser Aeste geht in zwei blasenartige Erweiterungen über, deren eine mit dem Labyrinth zusammenstösst. Aehnlich verhält es sich bei mehreren Percoiden, z. B. *Holocentrum, Myripristis*, wo eine Verlängerung der Schwimmblase bis in die Nähe des Labyrinthes geht, von dieser aber durch eine Schädelmembran getrennt bleibt. Ueber die Bedeutung dieser Verbindungen lassen sich nur Vermuthungen aufstellen; vielleicht dient die Schwimmblase hier als Resonator.

Das Gehörorgan der Amphibien bietet grosse Verschiedenheiten dar, namentlich gehen, wie in vielen anderen anatomischen Verhältnissen, so auch hier die nackten und die beschuppten Amphibien aus einander, indem erstere den Fischen, letztere den Vögeln sich anschliessen. Demnach fehlt den nackten Amphibien durchweg die Schnecke; die meisten derselben, nämlich Cöcilien, Derotreten, Salamandrinen und von den Fröschen die Bombinatoren (Unke) sind auch ohne Trommelhöhle. Die Verbindung des Vorhofs, die *fenestra ovalis* wird gewöhnlich nur durch ein knorpeliges Deckelchen geschlossen, und dieses noch von Muskeln und Haut überzogen. Die Bombinatoren ausgenommen findet sich bei den ungeschwänzten Batrachiern eine Paukenhöhle mit drei, die *fenestra ovalis* mit dem hinter dem *os quadratum* auf einem Knorpelringe ausgespannten, meist ganz frei liegenden Trommelfelle verbindenden Gehörknöchelchen. Von diesen sind jedoch das innere, der Deckel der *fenestra ovalis*, und das äussere mehr knorpe-

lig; sie entsprechen dem Hammer, Ambos und Steigbügel. Der dritte, am meisten ausgebildete, wird der Hauptknochen auch bei den beschuppten Amphibien und Vögeln und heisst dann das Säulchen, *columella.* Die *tubae Eustachii* münden in der Regel *(Rana, Hyla, Bufo)* gesondert in den Rachen; nur in der Familie der zungenlosen *Pipae* findet sich eine gemeinsame Oeffnung der ausnahmsweise langen Tuben mitten im Rachen. Bei diesen ist das Trommelfell selbst in einen knorpeligen Deckel verwandelt.

Von den beschuppten Amphibien fehlt den Schlangen die Trommelhöhle; die lange *columella* der Grossmäuler steckt in den Muskeln, bei den Engmäulern ist die *columella* klein oder verschwindet ganz. Alle beschuppten Amphibien besitzen eine durch eine *fenestra rotunda* mit der Trommelhöhle in Verbindung stehende Schnecke, obschon diese bei den Cheloniern noch sehr einfach ist, sackförmig, ohne Abtheilungen. Am meisten ausgebildet und von der der Vögel kaum zu unterscheiden ist die Schnecke der Krokodile, wo sie von länglicher Gestalt ist, etwas gekrümmt und am Ende erweitert. Sie enthält einen Knorpelring, zwischen welchem eine zarte, der *lamina spiralis* zu vergleichende und die Verzweigungen des *n. cochlearis* enthaltende Membran ausgespannt ist, bedeckt von einer zweiten faltigen und gefässreichen Haut. Dadurch wird die Schnecke in zwei der *scala tympani* und *s. vestibuli* entsprechende Abtheilungen getheilt. Indem die Schenkel des Knorpelringes in dem freien Ende der Schnecke sich umbiegen und in eine feste Membran übergehen, bilden sie die sogenannte Flasche, *lagena*, worin ebenfalls die Vögel vollkommen mit den Krokodilen übereinstimmen.

Das Ohr der Säugethiere ist in allen inneren Theilen dem des Menschen höchst ähnlich; nur die Schnecke von *Echidna* und *Ornithorhynchus* erinnert noch einmal an die der Vögel.

Anhang.

Die sogenannten Schleimcanäle der Fische.

Nach der früheren Ansicht von Savi und Jacobson und den neueren Untersuchungen vorzüglich von Leydig und H. Müller sind in den sogenannten Schleimcanälen der Fische eigenthümliche, vor der Hand nicht näher zu bestimmende Sinnesorgane enthalten. Drüsen, welche den Schleim absondern könnten, finden sich gar nicht darin, vielmehr bildet nach L. die weich bleibende Oberhaut selbst den Schleim. Man kann die Organe mit den Ausbreitungen der Gehörnerven auf den Ampullen der halbzirkelförmigen Kanäle vergleichen. Analoge Organe an der unteren und vorderen Seite des Zitterrochens sind ganz geschlossen, so dass hier die Deutung auf ein schleimergiessendes Organ ganz wegfällt. Die Nerven stammen grösstentheils vom *trigeminus*, weniger vom *vagus* und von Spinalnerven.

Die Litteratur über die Sinnesorgane ist sehr zerstreut. Wir beschränken uns, nur einige der wichtigeren

Arbeiten über die Geruchs-, Gesichts- und Gehörorgane anzuführen:

Quatrefages, *Mémoire sur les organes des sens des Annélides. Ann. d. sc. nat.* 1850. *T.* 13.

H. Erichson, *De usu et fabrica antennarum in insectis.* Berlin, 1847.

H. Burmeister, Beobachtungen über den feineren Bau des Fühlerfächers der Lamellicornien, als eines muthmasslichen Geruchswerkzeuges; in der Zeitung für Zoologie von D'Alton und Burmeister. Bd. I. Nr. 7. 1848.

A. Kölliker, Geruchsorgane der Cephalopoden. Fror. Not. 1843. Bd. 26.

Gegenbaur, Ueber die Randkörper der Medusen. Müll. Arch. 1856.

Joh. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig, 1826.

Fr. Will, Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzten Augen mit facettirter Hornhaut. Erlangen und Leipzig, 1840.

Fr. Will, Ueber die Augen der Bivalven und Ascidien. Fror. Not. 1844. Bd. 29. S. 81.

A. Krohn, Beitrag zur näheren Kenntniss des Auges der Cephalopoden. *N. Acta N. Cur. Vol. XVII. P.* 1. 1835. S. 337. Darüber auch *Vol. XIX.* 1842. *P.* 2. S. 41.

Aem. Huschke, *Commentatio de pectinis in oculo avium potestate anatomica et physiologica. Jenae*, 1827.

W. Soemmerring, *De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali.* Goetting., 1818.

H. Müller, Anat.-phys. Untersuchungen über die Retina bei Menschen und Wirbelthieren. Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1856.

Leuckart, Ueber die Gehörwerkzeuge der Krebse. Wiegm. Arch. f. Nat. XIX. 1.

Th. v. Siebold, Ueber das Stimm- und Gehörorgan der Orthopteren. Wiegm. Arch. Bd. 10. 1844. S. 52.

Derselbe, Ueber das Gehörorgan der Mollusken. Wiegm. Arch. Bd. 7. 1841.

Joh. Müller, Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen. Abh. der Berl. Acad. a. d. Jahre 1836. Berlin, 1838. (Fortsetzung der vergl. Anat. der Myxinoiden.)

H. Windischmann, *De penitiore auris in amphibiis structura. Lips.* 1831.

G. Brechet, *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux.* Paris, 1836.

Hyrtl, Vergleichende anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag, 1845.

Zweiter Abschnitt.

Die Organe der Bewegung.

Erstes Kapitel.

Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet.

1. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Strahlthiere.

Die Bedeckungen der Polypen zeigen grosse Mannichfaltigkeit, jenachdem die Hautschichten, deren man in der Regel zwei zählt, weich bleiben *(Actinia, Edwardsia)*, oder verhornen und durch Aufnahme anorganischer Bestandtheile erhärten. Der auf diese Weise entstehende Polypenstock *(Polyparium)* ist nicht als Excret anzusehen, etwa wie das Schneckengehäuse von den Manteldrüsen ausgeschieden wird, sondern entsteht durch eine Verhornung oder Verkalkung der Körperhüllen selbst, indem entweder der Kalk in mehr oder minder regelmässigen krystallinischen Formen zwischen den Hautschichten sich ablagert, in welchem Falle das Polyparium gewöhnlich eine lederartige oder korkige Beschaffenheit hat

(Alcyonium, Lobularia, Veretillum, Pennatula), oder indem sich kleine Kalkmoleküle, und dann gewöhnlich in grösseren Massen, inniger mit der organischen Grundlage vermengen. So ist es bei den sogenannten Stamm- oder Kerngerüsten, welche von mehreren der genannten Gattungen *(Veretillum, Pennutala)* und anderen (den Corallinen) nach innen abgesondert werden. Oder endlich ist der Kalk chemisch an die Integumente gebunden, wie bei den Funginen, Madreporinen u. a., bei welchen Familien man mit Unrecht von einem Kerngerüste spricht, indem bei einer *Fungia* nur der untere Theil der Körperwandungen und der Septa der Leibeshöhle verkalkt, während bei den Madreporinen die Verkalkung der Körperwandungen ausgedehnter ist.

Unter den Acalephen sind hinsichtlich ihrer Hautbedeckung die Hydroiden am besten gekannt. Auch bei ihnen unterscheidet man eine obere feinere und eine untere dickere Schicht, welche letztere sich bei mehreren der polypenartigen Larvenformen *(Tubularia, Campanularia* u. a.*)* zu hornigen, vielleicht immer chitinhaltigen Röhren und Zellen verdickt, auch zum Aufbau des hornigen, kohlensauren Kalk enthaltenden Stockes verwendet wird. Bei den übrigen Quallen lässt sich nur eine einzige sehr zarte, structurlose Hautschicht nachweisen. Die unter ihr liegenden Pigmente sind in Zellen eingeschlossen.

In der Hautbedeckung der Cölenteraten finden sich sehr allgemein die sogenannten Nessel-, Gift- und Angelorgane. Sie bestehen gewöhnlich aus einem elliptischen, mit einer klaren Feuchtigkeit erfüllten Bläschen, aus welchem ein im Zustande der Ruhe spiralig eingerollter Faden emittirt werden kann. Bei unsrer

Hydra ist das Bläschen flaschenförmig und trägt an seinem oberen Ende drei nach unten gerichtete Haken, welche eingestülpt werden können. Verschieden von diesen Bildungen sind die Haftorgane, derbhäutige, eine starre Borste tragende Kapseln, die namentlich an den Fangarmen vorkommen.

Sehr complicirt sind die Fangapparate der Siphonophoren, die gewöhnlich an der Wurzel der Magenanhänge (Polypenindividuen) stehen. An einem solchen Fangfaden sind in regelmässigen Abständen Nesselknöpfe befestigt, welche auf einem Stiel sitzen und in einen Endfaden übergehen. Ausserdem besitzen sie einfachere Fangfäden neben den Tastern.

Echinodermen. Bei den Crinoiden ist die Bauchseite weich, die Rückenseite verkalkt, und das aus Scheiben oder kurzen, durch eine sehnige, elastische Interarticularsubstanz verbundenen Cylindern zusammengesetzte Skelet setzt sich in die Arme, Pinnulae und Cirrhen fort. Auch der Stiel von *Pentacrinus* und den jungen Comatuln ist gleicherweise gegliedert. Bei den Echinoiden haben sich die einzelnen, ein netzförmiges Gefüge zeigenden Kalkplatten zu einer unbeweglichen Schale zusammengelegt. Die Platten sind in regelmässigen Reihen geordnet und bilden, abwechselnd mit den Interambulacralfeldern, die Ambulacralfelder, indem sie, zur Verbindung der äusseren Füsschen mit den inneren Ambulacralbläschen, durchlöchert sind. Von der Mundöffnung der eigentlichen Echinen und der Clypeastriden ragen Kalkfortsätze in den Körper hinein, welche Muskeln und Bändern der Kauwerkzeuge zum Ansatz dienen.

Bei den Echinoiden und Ophiuren liegt den Schildern und Platten, wenn auch in geringer Menge,

eine organische Materie zu Grunde, die man, nach Entfernung des Kalkes durch Säuren, als ein zartes Gitterwerk darstellen kann. In der, hauptsächlich aus einer beträchtlichen, elastischen Faserschicht, unter einer dünnen Zellenlage, bestehenden Hautbedeckung der Asterien finden sich bedeutende Kalkmengen abgelagert in Form unregelmässiger Balken und Netze. Hiermit werden wir zu den Holothurien geführt, in deren lederartiger Cutis der Kalk zwar in geringeren Mengen, aber unter den mannichfaltigsten und sonderbarsten Formen vorkommt, theils als irreguläre, durchbohrte Scheiben, als Stäbchen und Körner, theils als regelmässige, oft an die Schneekrystalle erinnernde ebene oder pyramidale Kalkgestelle und Säulenplatten. Höchst eigenthümlich sind in der Familie der Synaptinen die sogenannten Anker. Ein solcher besteht aus einem zweispitzigen Bogen, der vermittelst eines Stieles an eine mehr oder minder regelmässig durchlöcherte Kalkplatte angefügt ist. Die Anker ragen aus der Haut hervor und dienen wahrscheinlich als Haftorgane.

Von den vielfachen, dem Hautskelet angehörigen Anhängen der Echinoiden und Asteriden thun wir, als der merkwürdigsten, nur der Pedicellarien Erwähnung. Es sind über den ganzen Körper verbreitete Greifapparate, bestehend aus einem Stiele mit oben eingelenkten zangenartigen Armen. Indem die Pedicellarien die ergriffene Nahrung einander zureichen, gelangt diese von den entferntesten Körpertheilen nach dem Munde.

Ein ähnlicher Effect, wie durch die Pedicellarien, scheint bei manchen Echinen *(Ech. saxatilis* und *pulchellus)* und den Spatangodien durch Wimperung erzielt zu werden. Bei den Echinen kennt man die Wimperung an

dem Hautüberzug der Stacheln, bei den Spatangoiden aber bilden die Wimpern lange Säume, die sogenannten *semitae.*

Für alle Echinodermen gilt, dass ihre Skelettheile von weicher Haut überzogen sein können. Und dadurch werden wir veranlasst, nach der Bedeutung der wirbelartigen Platten zu fragen, welche in den Armen der Asteroiden liegen und gewöhnlich für eine Art von innerem Skelet gehalten worden sind. Es lässt sich jedoch aus der Lage der Ampullen, durch welche die Füsschen der Asterien und Echiniden gefüllt werden, annehmen, dass jene Knochenstücke in den Armen der Asterien den Ambulacralplatten der Echiniden entsprechen. Man kann, mit Joh. Müller, die Erklärung geben, dass diese Skeletplatten bei den Asterien Fortsätze entwickelt haben, welche unter dem Nervenstrang und Wassergefäss zusammenstossen, während bei den Echinoiden beide Organe durch eine entgegengesetzte Entwicklung der Platten eine entgegengesetzte Lage im Verhältniss zu diesen Skelettheilen haben.

Am vorderen Ende der Ambulacra von *Cidaris* kommen beide Bildungsweisen zusammen vor, indem die Ambulacralplatten an der inneren Seite der Porenreihen Fortsätze senkrecht nach innen schicken, welche die Stämme der Ambulacralgebilde, Nerv und Wassergefäss, zwischen sich nehmen. Nur scheinbar ist die Analogie mit den sogenannten Auriceln, welche bei *Cidaris* von den Interambulacralplatten ausgehen.

Während bei den Asterien die beiden Stücken der wirbelähnlichen Platten gegen einander bewegt werden können, sind sie bei den Ophiuren fest verwachsen. Sie füllen hier die Arme fast ganz aus, haben aber doch

dieselbe ventrale Lage, wie bei den Asterien. Vom Bauche her werden sie noch durch ein knöchernes Schild gedeckt. Die horizontale Adduction und Abduction der Arme ist den Ophiuren eigenthümlich.

2. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Würmer.

Infusorien. So sehr man noch vor wenigen Jahren von verschiedenen Seiten geneigt war die Infusorien ohne Ausnahme mit der Zelle zu parallelisiren, so wenig möchte man nach den neuesten Erfahrungen geneigt sein, diese weniger bewiesenen als hypothetischen Behauptungen aufrecht zu erhalten. Von den Enterodelen wenigstens kann als einzelligen Thieren nicht mehr die Rede sein, ihre Hautmembran also auch nicht mit der Zellmembran verglichen werden, was wir auch nie gethan haben. Bei einigen von ihnen *(Loxodes bursaria* und *Paramaecium aurelia)* hat sich zwar durch Alkohol eine zarte, homogene, den Körper gleichmässig umgebende Membran darstellen lassen, allein dieses, *cuticula* zu nennende Gebilde ist für die Zellennatur der Infusorien durchaus nicht entscheidend, da auch bei vielen anderen wirbellosen Thieren (man vergl. die Zusammenstellung in Frey's unten cit. Arbeit) sich eine ganz ähnliche Membran von den übrigen Körperhüllen abheben lässt. Dazu kommt, dass bei mehreren Arten *(Bursaria leucas* und *vernalis*, *Paramaecium aurelia, caudatum, Nassula elegans, Ophryoglena* u. a.) dieselben Hautgebilde beobachtet sind, welche unter dem Namen der stabförmigen Körperchen bei den Turbellarien allgemein bekannt geworden sind. Wenn wir von den Turbellarien auf die Infusorien schliessen dürfen, so werden sich auch bei

letzteren die stabförmigen Körperchen in eigenthümlichen Zellen entwickeln. So wenig man die mit den stabförmigen Körperchen durchwirkte Hautbedeckung der Turbellarien der Zellmembran gleichstellen kann, ebensowenig ist diess bei den Infusorien statthaft.

Die verschiedenen wimperartigen Anhänge hat die Zoologie zu beschreiben.

Die oberste Hautschicht der Strudelwürmer ist ein Flimmerepithelium; zwischen den feinen Flimmern finden sich bei einigen Dendrocölen und Rhabdocölen (*Eolidiceros*, *Macrostomum*, *Dinophilus* u. a.) borstenartige Haare. Derartige Nesselorgane, wie sie bei den Polypen und Quallen so allgemein vorkommen, scheinen ziemlich verbreitet zu sein. Sie sind am leichtesten bei *Microstomum lineare* zu beobachten, wo sie sich in Nichts von denen der *Hydra* unterscheiden. Auch die sehr allgemein vorkommenden stabförmigen Körperchen sind wohl am richtigsten als Nessel- oder Giftorgane zu betrachten. Bei den Infusorien hat sich diese Bedeutung wenigstens durch die Emission eines Nesselfadens aus dem Stäbchen als unzweifelhaft erwiesen.

Die aus einer oder zwei, als *epidermis* und *corium* zu benennenden Schichten bestehenden Hautbedeckungen der Helminthen erstarren nie zu einem Hautskelet. Jedoch finden sich bei den Cestoden, sowohl ihren Ammen-Formen, den sogenannten Blasenwürmern als bei den geschlechtsreifen im Körperparenchym scheibenförmige, elliptische oder auch ganz unregelmässige Kalkkörperchen, welche sich mit den Kalkgebilden der Alcyonien vergleichen lassen und demnach als eine Analogie eines Hautskeletes anzusehen sein dürften.

Unter den Ringelwürmern zeichnet sich die Ordnung der Borstenwürmer durch ihre vielgestaltigen weichen und harten Hautanhänge aus, welche als Fühl- und Gliedfäden, Haare, Borsten, Haken und Schuppen für die zoologische Systematik wichtig werden. Zur Bildung eines eigentlichen dem Körper verwachsenen Hautskelets kommt es nicht; eine ganze Abtheilung, die Röhrenwürmer, ersetzen jedoch dasselbe durch den Bau von kalkigen, lederartigen oder aus Sand u. dergl. zusammengeleimten Röhren, mit denen sie aber nie organisch verbunden bleiben.

In der Hautbedeckung vieler Würmer, namentlich Ringelwürmer ist das Chitin nachgewiesen, welches man früher für das alleinige Eigenthum der Arthropoden hielt.

3. Das Hautskelet der Arthrozoen.

Schema des Hautskeletes der Arthrozoen.

Die chitinisirten, mitunter durch Aufnahme von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk verdickten Hautbedeckungen der Arthrozoen werden durch einzelne Ringe oder Segmente und deren Anhänge gebildet, welche vollständig aus folgenden Theilen bestehen:

1) die Rückenplatte *(notum, tergum, tergite*)*,
2) die Bauchplatte *(sternum, sternite)*,
3—4) die Rücken-Seitenplatten *(epimera, epimerites)*,

---

*) Milne-Edwards hat für die Skelettheile der Arthrozoen eine neue, allerdings consequente, aber für die deutsche Ausdrucksweise zu unbequeme Nomenclatur geschaffen, aus der wir nur Beispiels halber einige Benennungen aufgeführt haben.

5—6) die Bauch-Seitenplatten (*episterna*, *episternites*),

7—8) die Rückenanhänge (*tergorhabtides*),

9—10) die Bauchanhänge (*sternorhabdites*).

Der Entwicklung der Segmente ist aber der grösste Spielraum gegeben, indem sowohl die Anhänge sich in verschiedenartigster Weise und zu sehr mannichfaltigen Zwecken entfalten oder ganz fehlen, als auch die Segmentplatten selbst einzeln oder paarweise atrophiren oder auffallend gestaltet werden können.

Gegensätzlich zu den Ringelwürmern gruppiren sich die Segmente der Arthrozoen zu besonderen, in der Regel deutlich geschiedenen und durch die Art der Anhänge characterisirten Körperabschnitten. Diese sind:

der Vorderkopf, gebildet durch die Segmente der vorderen Antennen und der zusammengesetzten Augen, welche letztere in die Reihe der Anhänge oder Gliedmassen eintreten. Das beweisen unter andern die gegliederten Augenstiele der Decapoden. Die Gränze zwischen Vorder- und Hinterkopf ist die Mundöffnung und die Oberlippe, welche, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, kein Anhang ist.

der Hinterkopf, dessen Zusammensetzung aus einzelnen Segmenten fast nur durch die Anhänge, nämlich die hinteren Antennen, die Oberkiefer und zwei Paar Unterkiefer*) verrathen wird;

die Brust, wird ausnahmslos durch drei Segmente gebildet;

der Leib (*abdomen*) mit sehr wechselnder Zahl der Segmente;

---

*) Zaddach zieht die beiden Maxillenpaare zu den Brustgliedmassen, es ist mir jedoch unklar geblieben, warum.

der Hinterleib *(postabdomen)*, der ausgebildet ist nur bei einigen Ordnungen der Arachniden und dem grösstenTheile der Crustaceen.

Die morphologische Identität aller der Anhänge, welche die beschreibende Zoologie als Antennen, Augen, Fresswerkzeuge, Beine, Afterfüsse, Haftorgane, Hülfsbegattungswerkzeuge, Afterspitzen etc. aufführt, wird theils durch die Entwicklungsgeschichte, theils durch die Vergleichung der fertigen Organe bewiesen. So geben z. B. die Larven der Cyclopiden einen sehr interessanten Beweis für die morphologische Gleichheit der Antennen, Kiefern und Füsse. Sie besitzen drei Paar Bewegungsorgane. Das erste wird zu den grossen Ruderantennen, das zweite zum zweiten kleineren Antennenpaar, aus dem dritten Gliedmassenpaare entwickeln sich aber zusammen die Mandibeln, Maxillen und ein Paar Maxillarfüsse*).

Die Flügel der Insecten scheinen eine Bildung *sui generis* zu sein, da man sie, nach Zaddach, weder Rückengliedmassen nennen, noch die Kiemen den Crustaceen vergleichen kann, welche letztere als Anhänge der Füsse entstehen.

Das Hautskelet der Insecten.

Körperabschnitte. Der Brusttheil ist immer bestimmt gegen Kopf und Leib abgesetzt. Das Verhältniss von Vorderkopf und Hinterkopf ist schwierig zu bestimmen. Darf man die Mundöffnung als Gränze setzen, so würden die Vorderkopfsegmente allen Larven der Insecten mit vollkommner Verwandlung fehlen, daher sie keine vorderen Antennen und zusammengesetzte Augen haben.

---

*) Claus, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Wiegm. Arch. 1858.

Ihr Antennensegment liegt hinter dem Munde, diese Antennen entsprechen also den hinteren Antennen der Crustaceen. Während der Verwandlung tritt der Vorderkopf-Theil auf und neue Antennen, welche den vorderen Antennen der Crustaceen entsprechen.

Ein Postabdomen fehlt den Insecten durchweg. Das Abdomen wechselt zwischen acht und elf Segmenten, von denen in der Regel die letzten sehr auffallende Veränderungen erleiden. Nur in dieser Region der After- und Genitalöffnung finden sich Bildungen, die als die oben im Schema aufgeführten Rückenanhänge und Bauchanhänge gedeutet werden können.

Das vergleichend-anatomische und morphologische Interesse concentrirt sich daher auf die Kopfanhänge, namentlich also die Mundtheile, und auf das Leibesende mit den Hülfsbegattungswerkzeugen.

Die Mundtheile. Die Oberlippe *(labrum)*, obwohl ein wesentlicher Theil, ist keinem Gliedmassenpaare analog, der selten vorkommende Epipharynx an der Basis der Oberlippe und der mitunter an der Basis der Unterlippe sitzende Hypopharynx scheinen nichts Anderes als Ausstülpungen der Mundwandungen zu sein. So bleiben drei Gliedmassenpaare, die sehr einfachen Oberkiefer *(mandibulae)*, die Unterkiefer *(maxillae)* und die Unterlippe *(labium)*, welche ein in den Mitteltheilen verwachsenes zweites Unterkieferpaar ist. Unter diesem Gesichtspunkte sind an Maxillen und Unterlippe folgende Theile mehr oder weniger kenntlich vorhanden, mitunter theilweise verschmolzen oder ganz ausfallend: als Angel und Stiel die Glieder *cardo* und *stipes (submentum* und *mentum)*. Am oberen Ende trägt nach aussen eine Tasterschuppe den Taster *(palpus)*, ein ande-

res nach innen liegendes Stück die innere Lade *(lobus internus)* und die äussere Lade *(lobus externus)*,

Bei den Insecten, welche nagen und kauen, sind diese Theile bis auf die Unterlippe ohne Schwierigkeit zu erkennen; so bei den Käfern, Gradflüglern und Netzflüglern. Wie aber ihre Unterlippe zu deuten, wird sich von selbst aus der nun folgenden Untersuchung der Mundtheile der saugenden Insecten ergeben.

Diptera.

Die Scheide des Diptern-Rüssels ist die Unterlippe; ihre Basis *(submentum)* macht ein Knie mit dem Stiel *(mentum)*, an dem die Endlippen sitzen, die mit einander verwachsenen Laden. Die Lippentaster fehlen. In der Scheide liegen zwei bis sechs Borsten, sechs, wenn die Oberlippe auch borstenförmig wird, dazu die Mandibeln, Maxillen und Hypopharynx. So bei den Culiciden und Tabaniden. Die Maxillentaster vorhanden. An den den Unterkiefern entsprechenden Borsten sind oft die beiden Basaltheile zu unterscheiden; die Laden verschmelzen.

Bei den von den eigentlichen Diptern abweichenden Pupiparen ist auch der Saugrüssel ein anderer. Die Maxillen bilden eine Scheide, worin als borstenförmige Theile des eigentlichen Saugapparates Oberlippe, Unterlippe und Hypopharynx liegen *(Hippobosca, Ornithomyzia)*. Den beiden die Scheide bildenden Klappen ähnlich sind die Maxillen der *Aphenipter*a *(Pulex)*, an denen sich auch lange Taster vorfinden, die dort fehlen.

Hemiptera.

Ihr Saugorgan (Schnabel) ist sehr übereinstimmend in allen Familien. Die Unterlippe formt eine gegliederte

Scheide, deren Basis oben durch die verlängerte Oberlippe gedeckt wird, und welche vier Borsten, Mandibeln und Maxillen einschliesst. Die Taster fehlen ganz, auch Theile, welche eine strenge Vergleichung mit Epipharynx und Hypopharynx aushielten.

Lepidoptera.

Die Maxillen bilden den Saugrüssel, alle übrigen Mundtheile behalten die bei den nagenden Insecten gewöhnliche Form, sind aber mehr oder weniger rudimentär, mit Ausnahme der stark entwickelten Labialtaster. Da die Maxillen kleine Taster tragen, so ist durch diese Gränze angezeigt, dass der fadenförmige Theil einer lang ausgezogenen Lade, die Basis den mit einander verschmolzenen Grundstücken entspricht.

Hymenoptera.

Oberlippe und Oberkiefer verhalten sich wie bei den kauenden Insecten; Unterkiefer und Unterlippe sind mehr oder weniger verlängert und zum Saugen geschickt. Diess am meisten bei den Bienen. Die langen sägeförmigen oder schwertförmigen Endstücke der Maxillen vertreten beide Laden. Was die beschreibende Zoologie Zunge nennt *(ligula)*, entspricht den vereinigten inneren Laden der Unterlippe, an deren Basis nach innen die immer eingliedrigen äusseren Laden *(paraglossae)* und nach aussen die mehrgliedrigen Labialtaster liegen.

Sehr instructiv ist die Unterlippe der Wespen, deren Mundtheile sich denen der kauenden Insecten sehr nähern. Sie ist vierlappig; die beiden äusseren Lappen sind die *paraglossae* der Bienen, die beiden inneren die Zunge.

Das Bisherige wird zur Orientirung für den Anfänger hinreichen. Am abweichendsten sind die Mundwerkzeuge der Pediculinen. Ein fleischiger aus- und einstülpbarer Kegel ist nichts als eine eigenthümliche Entwicklung des Mundrandes. Das aus der Scheide tretende Rohr dürfte am ehesten den Mandibeln und Maxillen entsprechen.

Das Abdominalskelet der weiblichen Insecten*). Die Zahl der Segmente schwankt zwischen acht und elf. Acht besitzen die *Lepidoptera*, scheinbar auch die *Hymenoptera*, bei denen sich jedoch ein, eigentlich dem Abdomen zugehöriges Segment mit dem Thorax verbunden. Neun Segmente haben die *Coleoptera*, auch *Pulex*; zehn einige *Hemiptera*; elf ein Theil der *Hemiptera* und *Diptera*, die *Physanura*, viele *Neuroptera*, die *Orthoptera*.

In der Regel fehlen die Bauchstücke der vorderen Segmente wegen stärkerer Entwicklung der unteren Brusttheile; bei manchen Schwimm- und Laufkäfern drei.

Mit Ausnahme der *Hymenoptera* und *Hemiptera homoptera*, denen das achte Bauchstück fehlt und deren Scheidenöffnung hinter dem siebenten Bauchstück liegt, ist die Lage der Scheidenöffnung an der Bauchseite hinter dem achten Segmente fixirt. Die Analöffnung befindet sich bei den *Lepidoptera* unmittelbar oberhalb der Scheidenöffnung, da jede Andeutung weiterer hinterer Segmentstücke fehlt. Bei den anderen Ordnun-

*) Nur von Lacase-Duthier ist eine auf alle Ordnungen ausgedehnte Vergleichung dieser Theile versucht worden, so dass wir natürlich seine Resultate annehmen. Schon vor ihm, was dem französischen Naturforscher unbekannt, hat R. Leuckart eine Generalisirung und Erweiterung der Stein'schen Beobachtungen versucht.

gen wird durch das Dazwischentreten des neunten, zehnten und auch elften Segmentes die Analöffnung mehr oder weniger von der Scheidenöffnung getrennt. Alle dazwischen liegenden, oft völlig umgestalteten Chitinstücke lassen sich auf die im Schema benannten Segmenttheile zurückführen, und namentlich lässt sich nachweisen, dass die äusseren Hülfs-Genitalorgane (Legestachel, Legesäbel, Legebohrer, Legeröhre) nach einem Plane und ausnahmslos aus den Theilen des neunten Abdominalsegmentes gebildet sind. Wir können hier nur einige Beispiele auswählen. So ist am Legesäbel von *Decticus verrucivorus*

die Analplatte = Rückenstück,
Epimeren = unbenannte kleine Verbindungsstücke,
Rückenanhänge = äussere styletförmige Stücke.
Bruststück = eigentliche Legescheide,
Episternen
Bauchanhänge } = Scheidenklappen.

Bei *Agrion virgo* sind alle Theile des neunten Segmentes vorhanden, die Bauchanhänge haben die Form einer Legesäge angenommen. Bei den *Coleoptera* entspricht die Analplatte dem Rückenstück, die Seitenstücke den Epimeren, die sogenannten Vaginalpalpen den Episternen, eine accessorische Platte dem Bruststück. Bei den *Coleoptera* und *Diptera* sind die letzten Segmente wieder in den Leib eingezogen und Cloakenrohr oder auch Scheide genannt worden. Endlich sei erwähnt, dass bei den *Lepidoptera* das siebente Segment eine auffallende Form angenommen hat, im Zusammenhange mit der Eigenthümlichkeit, dass hier hinter der Scheidenöffnung eine in die Begattungstasche führende, das männliche Begattungsorgan aufnehmende Oeffnung liegt.

Eine zusammenhängende Darstellung der ähnlichen Verhältnisse bei den männlichen Insecten ist zur Zeit noch ein Desiderat.

Rücksichtlich der specielleren Morphologie des Hautsceletes der Crustaceen und Arachniden wollen wir uns auf einige Bemerkungen beschränken, das Wechselverhältniss der Kiefern und der Beine angehend. Lehrreich ist besonders bei den höheren Crustaceen die Umgestaltung der Thoracalbeine in Hülfskiefer. Bei den Decapoden und Stomatopoden finden sich drei Paar Beikiefer; bei den Amphipoden und Isopoden nur ein Paar.

Für die Arachniden ist trotz vielen Hin- und Herredens die Morphologie der Kopftheile noch sehr ungenügend. Der Wahrheit am nächsten scheint die Ansicht zu sein, dass mit den vorderen Antennen, Oberlippe und den zusammengesetzten Augen ihnen überhaupt ein dem Vorderkopfe entsprechender Abschnitt fehle. Ihre sogenannten Kieferfühler bekommen ihre Nerven von den oberen Schlundganglien, sind also wohl die hinteren Antennen der übrigen Arthrozoen. Eigentliche Mandibeln fehlen. Die ersten Maxillen sind sehr verschiedenartig als Mundtheile verwerthet, das zweite Maxillenpaar aber (Unterlippe der Insecten) ist zu einem Fusspaar geworden, daher die für die Arachniden characteristischen vier Paar Beine.

4. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Mollusken.

Einen Gegensatz zu den Arthropoden bilden hinsichtlich der äusseren Körperbedeckungen die Weichthiere, bei denen nie die Haut selbst und der durch Faltung der

Haut gebildete Mantel erstarrt, sondern der Körper vermöge der dem Corium innig verwebten Muskelschicht der mannichfaltigsten Contractionen und Formveränderungen fähig ist, und die harte, skeletartige Schale, falls eine solche abgesondert wird, immer nur partiel dem Körper anhängt.

Chemisch und morphologisch eigenthümlich verhält sich der Mantel der Tunicaten. Es findet sich in ihm Cellulose*), jedoch nicht, wie bei den Pflanzen, als Zellmembranstoff, sondern als Interzellularstoff, auch in Form von Kernen und Fasern. Unter diesem äusseren zellstoffhaltigen Mantel von lederartiger oder hyaliner Beschaffenheit ist ein zweiter zarterer Hautsack, und nur dieser scheint das Homologon des Mantels der anderen Weichthiere zu sein.

Auf der Körperoberfläche der Acephalen und Cephalophoren findet sich in grosser Ausdehnung ein Flimmerepithelium, was, namentlich bei ersteren, indem es regelmässige, der Athmung dienende Wasserströme hervorbringt, die Fortpflanzungsstoffe leitet u. s. w., von grosser Wichtigkeit ist.

Im Corium der Cephalopoden, auch einiger Pteropoden, finden sich die unter dem Namen der Chromatophoren bekannten, mit Pigment erfüllten Zellen eingebettet, durch deren durch Muskeln bewirkte Contraction das unter dem Einflusse des Nervensystems stehende Farbenspiel jener Thiere hervorgebracht wird. Daneben betheiligen sich Interferenzfarben, hervorgebracht durch

---

*) In Aezkali unlöslich; in Schwefelsäure löslich; wird durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt.

zahllose kleine Flitterchen, die in der Cutis unter den Pigmentzellen liegen *).

Sowohl in den Muschelschalen der Brachiopoden und Lamellibranchiaten, als in den Gehäusen der Cephalophoren und Cephalopoden bemerkt man eine organische Grundsubstanz, welche sich, nach Entfernung des eingelagerten kohlensauren Kalkes, seltner in Gestalt prismatischer Zellen, wie in der oberen Schicht der Muscheln, gewöhnlich aber in Form zarter, gefalteter Lamellen zeigt. Gewinnt diese organische Masse das Uebergewicht, so werden die Schalen biegsam, wie z. B. bei *Orbicula* (einer Brachiopode), *Hyalea*, *Cleodora* (Pteropoden), *Argonauta*.

Von dem einkammerigen Gehäuse des Papier-Nautilus unterscheidet sich das der Nautilinen, ausser durch das Zurücktreten der organischen Grundsubstanz, auch dadurch wesentlich, dass es durch Querscheidewände in eine Menge von Kammern getheilt ist. Die Querschei-

---

*) Auch beim *Chamaeleo* sind die Farben theils Interferenzfarben, theils rühren sie von Pigmenten her. Hier werden aber die Interferenzfarben durch Epidermiszellen erzeugt, die als solche über den Pigmenten liegen. Unter den Fröschen ist der Farbenwechsel besonders bei *Hyla arborea* und *Rana esculenta* auffallend. Hier findet sich an den grün erscheinenden Hautstellen unter einem Pflasterepithel eine Schicht gelber (Fett-) Zellen und darunter eine Schicht dunklerer, gesternter Pigmentzellen, von deren Contractionen die Farbenveränderungen herrühren. In den meisten Hautstellen beobachtet man statt der gelben Zellen Interferenzzellen, die auch sonst zerstreut zwischen den gelben Zellen vorkommen und der Haut einen, jedoch erst bei Vergrösserungen deutlich werdenden Metallschimmer verleihen. (Brücke, Unters. über d. Farbenwechsel d. afr. Chamäleons. Denkschr. d. Kais. Acad. der Wiss. Mathem.-physic. Classe. Wien 1852. Harless, Ueber die Chromatophoren des Frosches. Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1854. Wittich, Die grüne Farbe der Haut unserer Frösche. Müll. Arch. 1854.)

dewände werden bei *Nautilus* von einer unterbrochenen, bei *Spirula* von einer ununterbrochen fortlaufenden Röhre durchsetzt, welche den *Sipho*, eine Fortsetzung des Mantels aufnimmt.

Häufig findet sich bei den Mollusken, wenn eine äusserliche Schale fehlt, eine solche in und unter der weichen Hautbedeckung. Von den Cephalophoren gehören hierher u. a. *Bullaea*, *Limax;* unter den Cephalopoden besitzen die Loliginen eine innere Rückenschale, welche von *Sepia* als *os sepiae* am bekanntesten ist, indem sie sich von den ganz hornigen länglichen Platten der übrigen Loliginen durch ihren starken Kalkbeleg über der Hornschicht auszeichnet.

Endlich verdient noch bemerkt zu werden, dass viele Schnecken, namentlich Nacktkiemer, die im ausgewachsenen Zustande keine Spur von Schale haben, ein gewöhnlich pantoffelförmiges Gehäuse während ihres Embryonal- und Larvenlebens besitzen.

5. Die äusseren Bedeckungen und das Hautskelet der Wirbelthiere.

Man kann im Allgemeinen in der Hautbedeckung der Wirbelthiere drei Schichten, *Epidermis*, Pigmentschicht und *Cutis* unterscheiden.

Die meisten Fische tragen Schuppen. Der Körper der Schuppe liegt in einem durch Aussackung der Cutis entstandenen Hautbeutel und scheint in keinem Falle als Horngebilde betrachtet werden zu dürfen. Dass die Schuppen Knochengebilde sind, beweisen u. A. sehr gut die dicken Schuppen von *Sudis*, in denen sich eine dünne Schicht Knochenkörperchen findet, wie auch die Hautschil-

der der Störe, *Ostracion* u. a. knöchern sind und ursprünglich immer organisirt sein mögen.

Diese bei den Fischen schwierigere Unterscheidung der durch Apposition wachsenden, todten Horn- und der organisirten, mit Blutgefässen durchzogenen Knochenbildungen tritt bei den Amphibien klarer hervor. Bekanntlich zeichnen sich die beschuppten Amphibien durch die Entwickelung des Hautskelets aus. Gewöhnlich ist der Kern der Schuppen oder Schilder knöchern; er entsteht in und auf Kosten der *cutis* und ist überzogen von einer an der zu Tage liegenden Fläche der Schuppen und auf dem Rücken der Schilder verhornten Epidermialschichte (Schildpadd der Chelonier). Am bedeutendsten sind die Knochenschilder bei den Krokodilen und Schildkröten, obgleich sie bei letzteren (nach Rathke's Untersuchungen) nicht in der Ausdehnung zur Bildung des Rückenbildes beitragen, als man bisher angenommen. Demnach würden diese sogenannten Ergänzungsplatten in der Regel aus einer vor dem Dornfortsatze des zweiten Rückenwirbels liegenden Nackenplatte, einer unpaarigen, das Rückenschild hinten schliessenden und 23 Marginalplatten bestehen, wozu noch einige hinter dem Dornfortsatze des achten Rückenwirbels gelegene kommen; wogegen die Dornfortsätze des zweiten bis achten Rückenwirbels und die Rippen nicht mit Hautknochen in Verbindung treten sollen. Nach demselben Naturforscher gehört das Bauchschild der Chelonier, das man bisher als Brustbein deutete, dem Hautskelet an. Das Bauchschild besteht gewöhnlich aus neun Stückchen (4 paarigen und 1 unpaaren), deren Verwachsung bei den Landschildkröten sehr frühzeitig eintritt. Die Entstehung der Knochenplatten ist ganz dieselbe, wie die der Er-

gänzungsplatten des Rückenschildes und der Hautknochen anderer Wirbelthiere. Die Schuppen der Schlangen haben keine Knochenkerne. Es würde zu weit führen, hier die mannichfaltigen, aber verwandten Feder-, Horn-, Nagel-, Stachel- und Haarbildungen bei Vögeln und Säugethieren durchzugehen. In einzelnen Fällen verhornt die Epidermis so stark, dass der ganze Körper mit sich dachziegelförmig deckenden Schuppen umgeben ist, wie bei *Manis*. Ganz anders verhält sich dagegen das Hautskelet der *Cingulata*, deren Panzer aus wirklichen Knochenschildern besteht, über welchen noch eine mehr oder weniger hornige, Haare tragende Epidermis liegt.

Sehr verschieden sind die Hörner des Hornviehes von dem Geweih der Hirsche. Jene entstehen, ähnlich wie die Nägel, Krallen und Hufe, aus einer Matrix, und bedecken als Scheiden die hohlen Stirnbein-Zapfen. Die Zapfen des Geweihes sind solid; auf ihnen erhebt sich das knöcherne, alljährlich abzuwerfende und wieder zu ersetzende Geweih, welches während des Wachsthums eine Hautbekleidung hat. Diese wird nach Ausbildung des Geweihs abgestreift. Der periodische Wechsel des Geweihs steht in engem Zusammenhange mit der Geschlechtsfunction; castrirte Hirsche werfen das Geweih nicht mehr ab.

H. Frey, Ueber die Bedeckungen der wirbellosen Thiere. Göttingen, 1838. Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1847. (Infusorien, Radiaten, Würmer.)

Joh. Müller, Anatomische Studien über die Echinodermen. Arch f. Anat. u. Phys. 1850.

Derselbe, Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin, 1854. Abdr. a. d. Abh. d. K. Acad. d. Wissenschaften zu Berlin, 1853.

(Diese Arbeiten enthalten u. a. die vergleichende Skeletlehre der Echinodermen.)

Ueber das Hautskelet der Arthropoden handeln:

Erichson, Entomographieen. Berlin 1840.

Stein, Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.

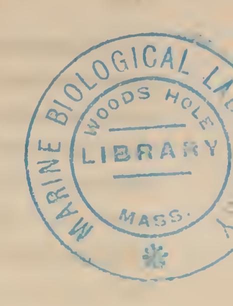
Leuckart, Morphologie der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848.

Zenker, Anatomische Studien über die Krebsthiere. Kritik der Erichsonschen Gliedmassentheorie. (Nicht glücklich.) Berlin 1854. Wiegm. Arch. XX.

Zaddach, Untersuchungen über die Entwickelung und den Bau der Gliederthiere. I. Berlin 1854.

Milne-Edwards, *Squelette tégumentaire des Crustacés décapodes. Annales d. sc. nat.* 1851.

Lacase-Duthier, *Armure génitale femelle des insectes. Annales des sc. nat.* 1849—1853. (Eine Reihe von Abhandlungen.)



Zweites Kapitel.

Das innere Skelet.

1. Das innere Skelet der Brachiopoden und Cephalopoden.

Von der Schlossgegend der nicht durchbohrten Schale der Terabrateln erhebt sich ein geweihförmiges oder aus mehreren sich vereinigenden Bogen bestehendes Gerüst in das Innere, welches zur Stütze der Arme dient.

Mit mehr Recht spricht man von einem inneren Skelet der Cephalopoden, bei denen mehrere Knorpel als Hüllen und Stützen der Weichtheile auftreten. Am beträchtlichsten ist der Kopfknorpel, der bei den Zweikiemern in einen mittleren, vom Schlund durchbohrten, oben das Gehirn, unten die Gehörwerkzeuge enthaltenden Theil und zwei muschelförmige Seitentheile zerfällt, welche seitlich und von hinten die Augenkapsel schliessen helfen. Weniger vollständig ist der Kopfknorpel des *Nautilus*. Andere skeletartige Stücke sind nach den Theilen, an und in welchen sie sich befinden, als Rückenknorpel (*Loligo* und *Sepia*), Schlossknorpel (am Trichter der Loliginen und *Argonauta*), Flossenknorpel (in den Seitenflossen der Loliginen) und Armknorpel (*Sepia*) beschrieben.

8 *

Nach dem, was in der Einleitung über die typischen Verschiedenheiten im Bau der Thiere bemerkt ist, bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass es nur ein müssiges Phantasiespiel ist, wenn man die Rückenknorpel der Cephalopoden eine rudimentäre Wirbelsäule nennt, eben so, wenn man die inneren Plattenreihen der Asteriden (Seite 97) auf das Princip des Wirbels zurückführen will.

2. Das innere Skelet der Wirbelthiere.

Aus dem Bisherigen, sowohl aus den Erörterungen über die Grundformen der Thiere, als aus den vergleichenden Betrachtungen des Nervensystems und der Sinnesorgane, haben wir den im Allgemeinen gültigen, in den besonderen Fällen mit grosser Vorsicht anzuwendenden Schluss ziehen können, dass das Gesetz, welches sich in der Entwicklung des Individuum aus dem scheinbar Homogenen kundgiebt, auch innerhalb der grösseren Abtheilungen des Thierreichs herrscht, dass auch innerhalb der Typen ein Fortschritt von dem Einfacheren zum Vollkommneren sich offenbart. Zur Anerkennung eben dieses Gesetzes drängt uns auch in überzeugender Weise die vergleichende Osteologie. Indem wir also im Voraus graduelle Verschiedenheiten des inneren Knochengerüstes der Wirbelthiere zu erwarten haben, werden wir zwar bei jedem Wirbelthiere gewisse unveräusserliche Theile des Skelets suchen müssen, keineswegs aber an jedem Wirbelthiere dieselben Knochen finden. Es giebt, wie keine Urpflanze und kein Urthier, auch kein die gesammte Osteologie *in nuce* enthaltendes Urskelet.

Die Wirbelsäule.

Wahrscheinlich besitzen alle Wirbelthiere ohne Aus-

nahme ursprünglich die Rückensaite, *chorda dorsalis*, welche erst von den später sich bildenden Wirbeln verdrängt wird. Diese in der Regel vorübergehende Form der Wirbelsäule, die *chorda dorsalis* mit ihren zwei häutigen, fibrösen Scheiden, deren obere ein zweites Rohr für das Rückenmark bildet, verharrt bei einigen Fischen zeitlebens und scheint auch bei dem ältesten reptilienartigen Thiere aus der Steinkohlenformation, *Archegosaurus*, persistent gewesen zu sein. Sie vertrat bei ihm die Stelle der Wirbelkörper, während die oberen und unteren Bogen verknöcherten*). Die Saite zeigt bei *Branchiostoma* eine faserige Structur, sonst besteht der gallertige Inhalt ganz aus Zellen.

Knorpelige Elemente, die bei *Branchiostoma* sowohl, als bei den Myxinoiden und *Ammocoetes* mangeln, treten zuerst bei *Petromyzon* als paarige Bogenschenkel auf dem Rückenmarksrohre auf, während zwei parallele fast knorpelige Leisten an der Unterseite der Chorda, welche im Schwanze einen, auch bei den übrigen Cyclostomen sich findenden Kanal für die *arteria* und *vena caudalis* bilden, den Basilarknorpeln äquivalent sind, welche die Störe, *Polyodon* und Chimären permanent haben. In dem vorderen Ende der Wirbelsäule rücken bei diesen Fischen die peripherischen Bogenstücke, zu denen verschiedene Deckknorpel und Schaltstücke kommen, so nahe zusammen, dass sie die Chorda rings einschliessen. Die ersten Ossificationen enthält die Scheide der Chorda von *Chimaera* als feine Streifen, deren je fünf bis sechs auf die vier corticalen, einen Wirbel ausma-

---

*) H. von Meyer, Reptilien aus der Steinkohlenformation in Deutschland. 1858. Vielfach abweichend Burmeister in seiner Arbeit über die Labyrinthodonten; 1850.

machenden Knorpelelemente kommen. Es schliesst sich hieran die Wirbelsäule der Lepidosiren.

Bei allen bisher genannten Fischen kann man von wirklichen Wirbeln noch nicht sprechen. Diese entwickeln sich bei den Plagiostomen und Knochenfischen, mit Ausnahme einiger Haie (*Hexanchus* und *Heptanchus*), deren durch Septa quergetheilte *chorda dorsalis* sammt ihrer fibrös-knorpeligen Scheide und den auf sie aufgesetzten paarigen Bogenstücken zeitlebens bleibt. Bei den Embryonen also der übrigen Plagiostomen und der Knochenfische ist Anfangs eine Chorda, welche vier Reihen Bogenstücke trägt. Indem diese wachsen und verwachsen, engen sie die Chorda perlschnurförmig ein oder verdrängen sie aus der Mitte der Wirbelkörper gänzlich, so dass in diesem Falle die in den conischen oder becherförmigen Vertiefungen der Wirbelenden befindliche Gallertmasse das alleinige Ueberbleibsel der *chorda dorsalis* ist, welche niemals zur Bildung des Wirbelkörpers verwandt wird. Wohl aber nimmt hieran, wie schon das Beispiel von *Chimaera* lehrte, die äussere Schichte der Scheide der Chorda Theil. Dieses centrale Element des Wirbelkörpers ossificirt immer, während die Rindenstücke bei den Plagiostomen oft knorpelig bleiben. Bei den Haien, seltener bei den Rochen, übertrifft die Zahl der Bogenstücke die der Körper um das Doppelte; an einer Stelle der Wirbelsäule des Hammerfisches sind sogar dreimal so viele Bogenstücke als Wirbel. Diese überzähligen Bogenstücke sind Schaltstücke (*cartilagines intercrurales*), wie wir sie schon oben von den Stören und Chimären erwähnten, und die man auch *Petromyzon* zuschreiben muss, wo zwischen je zwei Austrittsstellen der Spinalnerven zwei Bogenstücke liegen.

Die Wirbel der Fische entstehen also aus fünf Stücken. Nachdem die oberen Bogenschenkel zur Bildung des Rückenmarkkanales sich zusammengethan, verschmelzen sie zu den oberen Dornfortsätzen, die in einigen Fällen (*Acipenser*) als gesonderte Stücke erscheinen. Die unteren Bogenstücke bilden Querfortsätze, an welchen die Rippen befestigt sind. Nach dem Schwanze zu rücken diese Querfortsätze mehr und mehr nach unten, biegen sich zu dem die *arteria* und *vena caudalis* aufnehmenden Kanal zusammen und verschmelzen zu den unteren Dornfortsätzen. Diese rippentragenden Querfortsätze der Fische sind daher durchaus von den rippentragenden Querfortsätzen der übrigen Wirbelthiere verschieden, wo sie von der Basis der oberen Bogenschenkel entspringen. Jene eigentlichen Querfortsätze der übrigen Wirbelthiere verschmelzen nie in der Schwanzgegend zu unteren Dornfortsätzen, sondern diese werden durch besondere untere Querfortsätze gebildet, die eben dadurch für das Fischskelet charakteristisch werden, dass sie allein zu Trägern der Rippen verwandt sind, so dass, wo ausnahmsweise bei Fischen (*Polypterus*, mehrere *Pleuronectes* u. a.) über den unteren noch obere Querfortsätze vorkommen, dennoch die Insertion der Rippen die bei den Fischen gewöhnliche ist.

Ganz abweichend ist die Verbindung der Wirbel des *Lepidosteus* durch Gelenkkopf und Gelenkhöhle.

Von den nackten Amphibien haben mehrere Familien, nämlich Cöcilien, Proteiden und Derotreten fischartige Wirbel, welche wahrscheinlich dieselbe Entstehungsweise wie dort haben. Bei den Salamandrinen und Batrachiern sind die Wirbel nicht mehr fischartig und durch Gelenke verbunden. Bei den

meisten Fröschen und *Salamandra* ossificirt die Scheide der Chorda in Ringen, welche die oberen Wirbelbogen tragen. Eine merkwürdige Ausnahme machen *Cultripes, Pelobates* und *Pseudis*, wo die Scheide der Chorda gar nicht in den Wirbel eingeht und die Bildung des Wirbelkörpers allein durch die oberen Bogenstücke geschieht, so dass die Chorda unter die Wirbelkörper zu liegen kommt. Das Kreuzbein der ungeschwänzten Batrachier besteht aus einem Wirbel mit sehr breiten *processus transversi;* ebenso ist das lange dünne Schwanzbein ein einziger Wirbel.

Die Wirbel der beschuppten Amphibien entstehen im Allgemeinen auf dieselbe Weise wie die der Vögel und Säugethiere, indem zwei peripherische Elemente die Chorda umwachsen und, indem sie sich vergrössern und gewöhnlich von unten aus ossificiren, diese verdrängen. Die Verbindung der Wirbelkörper geschieht bei den Schlangen, Eidechsen, Krokodilen und am Halse und Schwanze der Schildkröten durch Gelenke, auch sind in der Regel die Bogenschenkel zwischen je zwei Wirbeln durch vier Gelenkfortsätze verbunden, so dass der obere Bogen jedes Wirbels zwei vordere und zwei hintere Gelenkfortsätze hat. Eine auffallende Veränderung erleiden die Dornfortsätze des zweiten bis achten Rückenwirbels der Schildkröten, indem sie die Form sich eng an einander schliessender Platten annehmen.

Den Schildkröten nähern sich die Vögel in Hinsicht der Beweglichkeit der Enden der Wirbelsäule im Gegensatz zur Festigkeit des mittleren Theiles derselben. Nicht nur die Kreuzbeinwirbel, auch die Rückenwirbel verwachsen oft ganz mit einander.

Unter den Säugethieren findet die Verbindung der Wirbelkörper durch Gelenkflächen bei den Ein- und Zweihufern statt, sonst geschieht sie durch Knorpelbandscheiben. Sehr constant ist die Zahl der Halswirbel; *Bradypus torquatus* hat acht, *Bradypus tridactylus* neun, *Manatus australis* gewöhnlich sechs, alle übrigen Säugethiere, selbst die Giraffe, sieben Halswirbel.

Zweckmässiger und naturgemässer, als nach den Rippen, bestimmt man die Gränze zwischen Rücken- und Lendenwirbeln nach dem sogenannten diaphragmatischen Wirbel. (Siehe Giebel in der Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaften. April 1853.)

Atlas und *Epistropheus*. Bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren heissen die beiden vordersten, gewöhnlich durch ihre Form ausgezeichneten Halswirbel *Atlas* und *Epistropheus*. Ersterer hat bei Vögeln und beschuppten Amphibien einen, bei nackten Amphibien und Säugethieren zwei Gelenkgruben zur Aufnahme des oder der *condyli occipitales*. Mit dem Körper des *epistropheus* ist in der Regel der *processus odontoideus* (passender *os odontoideum* genannt) verbunden, der bei den Vögeln den *atlas* oberhalb der Gelenkgrube durchbohrt. Dieser Knochen findet sich als gesondertes Stück bei den ächten Cetaceen, deren Halswirbel (nur die beiden ersten bei mehreren Delphinen, mehrere bei andern) verschmelzen. Wie die Entwicklungsgeschichte der Schlangen und Schildkröten gelehrt hat, scheint das *os odontoideum* der eigentliche Körper des *atlas* zu sein, während dasjenige Stück des *atlas*, welches man als den Körper dieses Wirbels zu bezeichnen pflegt, eine Modification zweier Bogenschenkel und eines dritten Skeletstückes (Schlusstück des *atlas*) ist.

Die Rippen.

Die Wirbel aller Regionen der Wirbelsäule sind fähig, Rippen zu tragen. Nicht nur bei den Fischen und Schlangen finden sich Rippen an den vorderen Wirbeln; auch in anderen Fällen sind die Halswirbel mit Rippen versehen, oder lassen sich wenigstens deren Rudimente nachweisen. Diese Verkümmerung zeigt sich am instructivsten bei den Vögeln. Der letzte Halswirbel derselben trägt eine falsche Rippe, die an den folgenden Halswirbeln rudimentär wird und als kleines Knochenstück sich mit dem Wirbelkörper und dem gleichfalls abortiven Querfortsatze verbindet. Zwischen diesen Theilen bleibt ein Loch, entsprechend den an den Rückenwirbeln durch *capitulum* und *tuberculum* der Rippen, Wirbelkörper und Querfortsatz umgebenen Räumen. Andere Beispiele von Rippenrudimenten an den Halswirbeln bieten die Krokodile, Monotremen und Faulthiere dar; selbst an verschiedenen Halswirbeln des Menschen, am häufigsten am siebenten, findet sich am Querfortsatze ein Knochenkern, welcher als Rippenrudiment anzusehen.

Rippenrudimente an den Lendenwirbeln finden sich gleichfalls bei den Krokodilen, auch bei mehreren Säugethieren, als *Ursus*, *Lemur Mongoz*, dem Schweinefötus. Am Kreuzbein kommen sie beim jungen Krokodil, den Schildkröten und, ausser bei anderen Säugethieren, sehr deutlich beim jungen Gürtelthier vor, bei welchem letzteren auch an den vorderen Schwanzwirbeln dergleichen Rippenrudimente zu bemerken sind.

Unter den Fischen, deren Rippen, wie oben gesagt, an den den Wirbelkörpern angehörigen Querfortsätzen befestigt sind, haben nur einige, namentlich *Clupea*, vollständige oder wahre Rippen, indem bei ihnen das

den Fischen fehlende Brustbein durch eine Reihe Vförmiger, sich mit den Rückenrippen verbindender Knochen ersetzt wird. Die in den Seiten- und Rückenmuskeln liegenden und hinsichtlich ihrer Befestigung an den Wirbeln mehrfach variirenden Fleischgräten haben ihrer Natur nach nichts mit den Rippen gemein und können nicht als sogenannte obere Rippen betrachtet werden, obgleich sie mitunter, so bei *Tynnus* und *Polypterus,* stärker als die Rippen selbst entwickelt sind.

Die nackten Amphibien besitzen nur rudimentäre Rippen; bei den Fröschen fehlen sie sogar ganz, wogegen bei diesen Thieren die Querfortsätze sehr stark sind. Bei den nackten geschwänzten Amphibien gehen die Rippen nie eine Verbindung mit dem Brustbein ein, wie auch die Schlangen und einige schlangenähnliche Blindschleichen nur falsche Rippen haben. Bei den Schildkröten verbreitern sich die acht mittleren Rippen jeder Seite, bis sie mit einander verwachsen, und tragen so wesentlich zur Bildung des Rückenschildes bei. Die Entwicklungsgeschichte hat gezeigt, dass von den beiden Schenkeln, durch welche die Rippen sich mit den Wirbeln verbinden, der untere, den man für gleichbedeutend mit dem Hals und Kopf der Säugethier- und Vogelrippen hielt, dies nicht ist, aber auch dem *tuberculum* jener nicht völlig äquivalent; er entspricht nur einem Theile des Rippenkörpers. Die oberen, mit den Dornfortsätzen der Wirbel sich verbindenden Rippenschenkel sind den Schildkröten ganz eigenthümlich. Auch die Rippen der Schildkröten gelangen nicht zum Bauchschilde, was, nachdem wir das Bauchschild als zum Hautskelet gehörig kennen gelernt, um so weniger auffallend ist.

Bei den Krokodilen sind acht Rippen durch Knorpel, die aus zwei Segmenten bestehen (Mittelrippe, Sternalrippe) mit dem Brustbein verbunden. Merkwürdig ist das Vorkommen von Bauchrippen bis zum Becken, denen nur unvollständige oder rudimentäre Rückenrippen entsprechen. Man hat diese Bauchrippen als *sternum abdominale*, Bauchbein, zusammengefasst.

Eine eigenthümliche Verlängerung mehrerer Rippen findet sich bei *Draco*, wo sie zur Stütze der Flughaut dienen.

Die schon bei den Krokodilen vorkommenden *processus uncinati*, vermittelst welcher die Rippen sich dachziegelartig decken, und welche daher zur Festigkeit des Rumpfgerüstes beitragen, sind bei den Vögeln besonders entwickelt. Bei den Vögeln vorzugsweise spricht man von Sternalrippen, *ossa sternocostalia*, durch welche die wahren Rippen mit dem Brustbeine zusammenhängen. Die Verbindung der Rippen mit den Wirbelkörpern durch Hals und *capitulum*, mit dem Querfortsatz durch das *tuberculum* ist bei Vögeln wie bei Säugethieren die gewöhnliche. Unter letzteren zeigen namentlich die Monotremen und Cetaceen in Betreff der Verbindung mit den Wirbeln Abweichungen, indem bei ersteren das unvollständige *tuberculum* den Querfortsatz nicht erreicht, bei den Cetaceen aber die hinteren, seltner alle Rippen (*Balaena longimana*) nur an den Querfortsätzen hängen.

Das Brustbein.

Das Brustbein ist ein an Form und Zahl der Knochenstücke, aus welchen es zusammengesetzt ist, sehr variirender Skelettheil.

Wie die Fische haben auch die Schlangen und Schildkröten kein Brustbein. Sehr einfach ist es bei den nackten Amphibien. Von den Ringelechsen besitzt es der mit Vorderbeinen versehene *Chirotes canaliculatus*.

Die schlangenförmigen Schuppenechsen haben alle sowohl Schultergerüst als Brustbein; am wenigsten sind diese Theile bei *Acontias* entwickelt, dann kommen *Anguis*, *Ophiosaurus* und *Pseudopus*. Das Brustbein derselben besteht aus 2 Stücken, von denen das kleinere neben dem grösseren liegt, durch fibröses Gewebe fest mit demselben verbunden.

Auch bei den meisten übrigen Sauriern besteht das Brustbein aus zwei Theilen, der untere ist aber mehr oder weniger vorn über den hinteren, grösseren vorgeschoben, und der hintere ist aus einem plattenförmigen Hauptstücke und einem paarigen, seltener unpaarigen Anhange zusammengesetzt (Ausnahme *Chamaeleo*).

Die Entwicklungsgeschichte dieser Stücke lehrt, dass nicht, wie man früher annahm, das vordere, sondern die grosse schildförmige Platte dem *manubrium sterni* der Säuger entspricht.

(Rathke, Ueber den Bau und die Entwicklung des Brustbeins der Saurier. Königsberg, 1853.)

Bei den meisten Vögeln ist das Brustbein von grossem Umfange und durch einen weit hervorspringenden Kiel ausgezeichnet. Mit der Entwicklung des Brustbeins, wie mit der Länge der Flügelknochen pflegt die Flugfähigkeit in geradem Verhältnisse zu stehen. So fehlt der Kiel den straussartigen Vögeln, während er bei den

Kolibri, den Raubvögeln u. a. sehr stark ist. An dem hinteren Rande des Brustbeins finden sich sehr gewöhnlich ein oder zwei Ausschnitte, seltener Fontanellen.

Den meisten Variationen ist das Brustbein der Säugethiere unterworfen, ohne dass diese Veränderungen ein besonderes morphologisches Interesse hätten. Es wird gewöhnlich aus mehreren hinter einander liegenden Stücken gebildet, deren vorderstes das *manubrium*, das hinterste der *processus ensiformis* ist. Die Segmente des Brustbeinkörpers entsprechen in der Regel den *interstitia intercostalia*.

Schulter- und Beckengürtel. Die Extremitäten.

Der im Allgemeinen höchst abweichend gebaute Schultergürtel der Fische lässt sich dennoch auf den Typus dieser Skeletpartie bei den höheren Wirbelthieren zurückführen. Der Hauptknochen darin (*humerus Cuv.*) ist die *clavicula;* die *claviculae* beider Seiten verschmelzen entweder (bei den Rochen, mit Ausnahme von *Torpedo*, und den meisten Haien) oder sie bleiben getrennt (bei den Knochenfischen, Ganoiden, Chimären, *Torpedo, Sphyrna, Galeus, Scyllium, Heptanchus, Acanthias).* Von da, wo das Schlüsselbein sich an die Schulterknochen anschliesst, geht bei den Ganoiden und den meisten Knochenfischen ein aus einem oder zwei Stücken bestehender Fortsatz aus, der, bei der Deutung des grossen Knochens als *clavicula, os coracoideum* oder hinteres Schlüsselbein zu nennen ist.

Das Schlüsselbein ist durch einen, gewöhnlich aber zwei Knochen mit dem Schädel verbunden, der obere ist das *os suprascapulare*, der grossen *cartilago suprascapularis* der Amphibien entsprechend, der untere, kleinere

ist die *scapula.* Die meisten Squaloiden, die Lophobranchier, *Mastacemblus* und *Dactylopterus* besitzen diese Schulterknochen nicht. Dagegen erreicht bei den Rochen der in mehrere Segmente zerfallende Claviculargürtel den am vorderen Ende des Kopfes liegenden Schädelflossenknorpel.

An das Schlüsselbein schliesst sich die Hand bei den Knorpelfischen unmittelbar an, bei den Siluroiden und Stören finden sich einige Fortsätze der *clavicula*, welche als Rudimente der Armknochen anzusehen, bei den meisten Knochenfischen uud Ganoiden aber sind Armknochen vorhanden. Nie tritt jedoch der *humerus* zwischen Schlüsselbein und Vorderarm, hingegen sitzen die beiden Vorderarmknochen, der untere und vordere, *radius (ulna*, Cuv.*)*, und die meist kleinere Elle, *ulna (radius,* Cuv.), unmittelbar auf der *clavicula* auf.

Der meist einfache *carpus* der Knochenfische *(os carpi*, Cuv.) ist ein doppelter, lamellöser Kegel, bei *Lophius* besteht er aus zwei langen Knochen, ebenso bei *Polypterus,* wo aber zwischen die beiden noch ein dritter kleinerer eingeschoben ist. Der *carpus* der Knorpelfische und *Amia* hat mehrere den Phalangen ähnliche Fortsätze. Aus der Vergleichung der Hand von *Polypterus bichir,* der sie am ausgebildetsten besitzt, ergiebt sich, dass alle Knorpel- und Knochenfische keinen *metacarpus* haben als selbständiges Glied (wie auch die Delphine und *Ichthyosaurus* nicht).

Bei dieser sonstigen Uebereinstimmung hat man wohl die häufig sehr vermehrten Flossenstrahlen der Brust- und Bauchflossen mit den Finger- und Zehengliedern zu vergleichen, wobei eine allen Fischen gemeinsame Eigenthümlichkeit zu sein scheint, dass sich die

Enden der Extremitäten in feine Hornstrahlen auflösen. Bedenken gegen diese Deutung könnten die Strahlen der unpaaren Rücken-, After- und Schwanzflossen erregen. Bei den meisten Fischen sitzen die Strahlen der Rücken- und Afterflossen auf besonderen Flossenträgern, welche wiederum an die *processus spinosi superiores* und *inferiores* befestigt sind. Die Strahlen der Schwanzflosse sind mit dem letzten Wirbel verbunden.

Das Schultergerüst der ungeschwänzten Batrachier und Eidechsen besteht aus vier Stücken, der *cartilago suprascapularis, scapula, os coracoideum* und der *clavicula.* Sehr vereinfacht ist dies Gestell bei den geschwänzten Batrachiern, wo jede Seite ein, durch mehrere Fortsätze seine Zusammensetzung aus *scapula*, *clavicula* und *os coracoideum* verrathendes Ganzes ausmacht. Die Verkümmerung geht bei den schlangenähnlichen Eidechsen noch weiter; doch finden sich selbst bei den Ringelechsen Andeutungen des Schultergerüstes als zwei kleine Knochen zwischen dem Zungenbein und den vordersten Rippen, ganz von Muskeln umgeben; auch bei denen, welche kein Brustbein haben (*Amphisbaena*, *Lepidosternon).* Die Schlangen selbst haben keine Spur von Schultergerüst und vorderen Extremitäten. Den Chamäleonten und Krokodilen fehlt die *clavicula,* und bei den Cheloniern ist die *clavicula* ein Fortsatz der *scapula*, das *os coracoideum,* ein meist breiterer, einwärts und hinterwärts gerichteter Knochen. Die Bildung der vorderen Extremitäten schliesst sich an die der Säugethiere an.

Das Schultergerüst der Vögel besteht jederzeit aus drei Knochen, einer meist langen, schwertförmigen *scapula,* dem starken *os coracoideum* und der *clavicula.*

Gewöhnlich verschmelzen beide *claviculae* und bilden zusammen die sogenannte *furcula*, die Gabel. Mehrere Papageien verlieren die *furcula* ganz. — Die Flügelknochen der Vögel sind folgende: auf den *humerus* folgen die beiden Vorderarmknochen, der vordere schwächere *radius* und dahinter die starke *ulna*. Die zwei Handwurzelknochen sind klein; am beträchtlichsten an der Hand sind die beiden Mittelhandknochen, die an ihren Enden verwachsen sind. Der an der Radialseite liegende ist stärker und trägt oben (d. h. nach der Handwurzel zu) auf einem Vorsprunge den, meist einen einzigen Phalangen enthaltenden Daumen, unten den meist zweigliedrigen Mittelfinger, neben welchem der immer eingliedrige dritte Finger liegt.

Das Schultergerüst der Säugethiere besteht in seiner Vollständigkeit aus drei Stücken: *os coracoideum*, *clavicula* und *scapula*. Das *os coracoideum* verschmilzt jedoch selbst in dem einen Falle, bei den Monotremen, wo es vom Schulterblatte zum Brustbein reicht, später mit der *scapula*; bei allen übrigen Säugethieren erscheint es nur als *processus coracoideus*, ohne das Brustbein zu erreichen. Für die *clavicula* ist als Regel anzunehmen, dass sie bei denjenigen Säugethieren vorkommt, welche die vorderen Extremitäten nicht ausschliesslich zum Gehen gebrauchen, sondern auch zum Klettern und Graben, zum Ergreifen der Nahrung u. dergl. Daher besitzen sie z. B. viele Nager und Insektivoren, die Affen vollständig. Andere Nager (*Lepus* u. a.) haben sie unvollkommen. Bei den reissenden Thieren wird sie noch mehr rudimentär (*Felis*) oder verschwindet ganz.

Die ausserordentliche Mannichfaltigkeit, welche die

Knochen der vorderen Extremitäten zeigen, weniger der Oberarm und die, bei den Pachydermen und Hufthieren verschmelzenden Vorderarmknochen, auch die *ossa carpi,* als die *ossa metacarpi* und die *phalanges*, ist bedingt durch die Lebensweise der verschiedenen Abtheilungen. Die Zahl der Mittelhandknochen, gewöhnlich fünf, ist bei den Edentaten und Pachydermen reducirt, am meisten aber bei den Zwei- und Einhufern. Hier ist nur ein Mittelhandknochen vollkommen ausgebildet, der bei den Pferden einen aus drei Phalangen (Fesselbein, Kronenbein, Hufbein) bestehenden Finger trägt.

Zum Beckengürtel gehören jederseits drei Knochen, die aber ganz oder zum Theil verschwinden können und mehr oder minder mit einander verwachsen; es sind das Hüftbein *(os ileum)*, Sitzbein *(os ischii)* und Schaambein *(os pubis)*.

Der paarige Knochen der Knochenfische, wie die Beckenknorpel der Plagiostomen scheinen den *ossa pubis* zu entsprechen. Die Flossenknorpel sind bei den Plagiostomen an zwei von den Schenkeln des Beckenbogens nach hinten gerichteten Knorpeln befestigt, an welche sich auch die zangenförmigen Hülfsbegattungsorgane der Plagiostomen und Chimären schliessen. Der erwähnte paarige Knochen der Knochenfische trägt unmittelbar die Flossenstrahlen, nur bei *Polypterus* finden sich *ossa metatarsi.*

Die Amphibien zeigen die grössten Verschiedenheiten. Den Schlangen fehlen zum grossen Theile Becken und hintere Extremitäten gänzlich, ebenso den Cöcilien und der Gattung *Siren.* Einige Schlangen *(Boa)* haben jedoch Spuren von Beckenknochen und Ex-

tremitäten, und an diese reihen sich hinsichtlich des Beckenrudimentes die schlangenähnlichen Eidechsen an, während die übrigen Eidechsen, denen sich die Schildkröten anschliessen, ein vollständiges Becken besitzen. Die Krokodile sind durch eine sehr abweichende Lage der Schaambeine ausgezeichnet. Unter den Batrachiern haben die ungeschwänzten eine sehr auffallende Form des Beckens. Die Hüftbeine sind sehr lang und bilden mit ihrem hinteren, verbreiterten Theile eine Scheibe, indem dieser sich mit dem Sitzbein und Schaambein verbindet, und indem die letzteren Knochen beider Seiten verschmelzen.

Bei denjenigen Amphibien, welche nicht rudimentäre Extremitäten haben, sind die einzelnen Knochen derselben unschwer auf die entsprechenden Abtheilungen der Säugethiere zurückzuführen. Besonders entwickelt sind bei den Fröschen das Sprungbein und Fersenbein.

Eine Eigenthümlichkeit des Beckens der Vögel ist, dass es, mit Ausnahme des afrikanischen Strausses, unten offen bleibt. Die Hüftbeine verbinden sich sehr eng mit den letzten Rückenwirbeln und dem Kreuzbein; Sitzbein und Schaambein sind nicht beträchtlich, namentlich letzteres nur ein schmaler, länglicher Knochen, der, nachdem er mit dem Unterrande des Sitzbeins parallel gelaufen und sich mit diesem vereinigt hat, es nach hinten überragt.

Die Fusswurzelknochen fehlen den Vögeln, dagegen ist ein Mittelfussknochen (Lauf, *tarsus*) sehr entwickelt, an welchem nach innen und unten häufig, wenn eine vierte Zehe vorhanden, ein dieselbe tragender kleinerer Mittelfussknochen befestigt ist. Die Knie-

scheibe, die auch schon bei einigen Amphibien vorkommt, findet sich bei den Vögeln fast allgemein. Ihr entspricht nicht selten an den vorderen Extremitäten die *patella brachialis*.

Die Säugethiere haben ein vollständiges Becken, mit Ausnahme der Cetaceen, wo es bis auf einen oder zwei kleine, mit dem Kreuzbein nicht verbundene, sondern ganz im Fleische liegende Knochen verkümmert. Die Verbindung mit dem Kreuzbein geschieht in der Regel nur durch das Hüftbein. Ausnahmsweise, z. B. beim Vampir, dem Faulthier, ist das Becken vorn nicht geschlossen. In Bezug auf die Weite bilden die Faulthiere nach der einen, der Maulwurf, mit sehr engem Becken, nach der anderen Seite das Extrem*). Ganz eigenthümlich sind die, beiden Geschlechtern gemeinsamen sogenannten Beutelknocheu der Monotremen und Beutelthiere, welche auf dem vorderen Schaambeinrande sitzen.

Die hinteren Gliedmassen der Säugethiere sind im Allgemeinen, was die Entwicklung und verhältnissmässige Länge der einzelnen Partieen anbetrifft, den vorderen sehr ähnlich. Bei den Springern (Känguruh, *Dipus*, *Pedetes*) sind die Mittelfussknochen in ähnlicher Weise verlängert und verschmolzen, wie bei den Wiederkäuern und Pferden.

Der Kopf.

Die allgemeinsten Veränderungen, welche die Kopf-

---

*) Das wunderlichste Becken ist im Besitz des *Chlamydophorus truncatus*. Siehe Hyrtl's Monographie. Denkschr. der K. Acad. Mat. nat. Klasse IX. 1855.

knochen bei den Wirbelthieren erleiden, dürften ungefähr folgende sein:

Der Zusammenhang des Schädels mit der Wirbelsäule ist ein sehr verschiedener. Bei den Fischen, deren Schädelkapsel eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarkrohres ist, findet natürlich keine weitere Articulation statt. Ganz wirbelartig ist die Verbindung bei den Knochenfischen, wo der Körper des Hinterhauptbeins eine conische Vertiefung besitzt, wie die vordere des ersten Wirbels.

Alle übrigen Wirbelthiere zerfallen in solche mit einem einfachen und in solche mit einem doppelten Gelenkkopf *(condylus occipitalis).* Zwei Gelenkköpfe haben die Säugethiere und nackten Amphibien, einen Gelenkkopf haben die Vögel und beschuppten Amphibien. Das Hinterhauptbein zerfällt sehr allgemein in vier Theile: das *os occipitale basilare,* die *ossa occipitalia lateralia* und das *o. o. superius.* Ist ein einfacher Gelenkkopf vorhanden, so nehmen an seiner Bildung die Seitentheile und das Grundstück Theil, wodurch er oft, z. B. bei den Cheloniern, dreilappig wird. Nur ausnahmsweise, beim Chamäleon, wird er allein von den Seitentheilen gebildet, die bei den Batrachiern, denen die beiden unpaarigen Occipitalstücke gewöhnlich ganz fehlen, jedes in einem Gelenkkopf endigen. Bei den Knochenfischen, dem Chamäleon und den Cheloniern findet sich über jedem *occip. laterale* noch ein *occipitale externum.*

An das *occipitale basilare* schliesst sich nach vorn immer das Keilbein, *os sphenoideum,* mit seinen sehr variirenden Flügelfortsätzen an, das bei den Vögeln und

Amphibien ungetheilt ist, dann aber in der Regel statt des vorderen Stückes einen Stiel besitzt. Das vordere Keilbein der Fische (hier *sphenoid. superius* genannt) erstreckt sich mit seinem Stiel über das hintere, und dieses wird so von den stark entwickelten *ossa petrosa* überlagert, dass es von der eigentlichen Begränzung der Schädelhöhle ganz ausgeschlossen ist.

Bei den Säugethieren gehören allgemein dem hinteren Keilbeinkörper die *alae magnae s. temporales* an, dem vorderen Keilbeinkörper die *alae parvae s. orbitales.* Bei den Monotremen aber findet sich hinter der eigentlichen *ala magna* noch ein zweiter ähnlicher Knochen, der deshalb (von Köstlin) als hinterer Schläfenflügel gedeutet worden ist. Darauf gestützt kann man allerdings (mit Köstlin) auch den übrigen Klassen einen hinteren Schläfenflügel zuschreiben, wodurch man aber genöthigt ist, anzunehmen, dass in diesen Fällen mit Ausnahme einiger Fische, das Felsenbein fehlt. Von den zwei vor den *ossa occipitalia lateralia* an der Seite der Schädelaxe liegenden Knochenpaaren der Vögel wird nämlich das hintere gewöhnlich (bei Cuvier, Meckel, Wagner, Hallmann, Stannius u. A.) als Felsenbein betrachtet; von Köstlin aber ist das Felsenbein der Vögel, namentlich aus dem Grunde, weil nicht in ihm allein die Theile des inneren Ohres liegen, und weil auch die Analogie mit den Monotremen dafür zu sprechen scheint, als hinterer Schläfenflügel gedeutet. Die *alae orbitales* fehlen den Vögeln gewöhnlich ganz oder sind nur knorpelig, selten ossificirt; nie hängen sie mit dem vorderen Theile des Keilbeins, dem sogenannten Keilbeinschnabel zusammen. Bei den Amphibien tritt

dasselbe Verhältniss ein. Spricht man den Vögeln das Felsenbein ab, so muss man auch bei den Amphibien den nach Cuvier's Vorgange sehr allgemein Felsenbein benannten Knochen als hinteren Schläfenflügel bezeichnen, so also z. B. bei den Batrachiern den starken vorstehenden Knochen, welcher das Suspensorium des Unterkiefers trägt. Wirkliche knöcherne *alae magnae* (vordere Schläfenflügel Köstlin; *alae parvae* Meckel, welcher die *petrosa* als *alae magnae* nimmt) besitzen nur die Krokodile; rudimentär sind sie bei den Schildkröten vorhanden, oder es finden sich statt ihrer theilweise ossificirte Membranen, wie bei den Sauriern, oder sie sind knorpelig, wie bei den Fröschen. Die Schlangen haben keine Spur davon. Ganz allgemein fehlen den nackten und beschuppten Amphibien die Orbitalflügel. Ueber die Fische wird die unten folgende Tabelle Ausweis geben.

Die Schliessung der Schädelhöhle von oben geschieht von hinten nach vorn durch das obere Hinterhauptbein, die Scheitelbeine und Stirnbeine.

Nur selten werden die Scheitelbeine, *ossa parietalia*, dadurch, dass sich Stirnbein und Hinterhauptschuppe berühren, von einander gedrängt, wie bei den Cetaceen. Das Scheitelbein kann auch unpaarig werden, wie bei den Schlangen und Krokodilen. Zu den Scheitelbeinen gehört das Zwischenscheitelbein, *os interparietale*, was sich als Schaltknochen namentlich bei Nagern und Wiederkäuern zwischen die Hinterhauptschuppe und die Scheitelbeine einschiebt.

Einer der veränderlichsten Knochen in Bezug auf die Zahl der Stücke, aus denen er besteht, ist das Stirnbein, *os frontale*. Schon bei den Säugethieren besteht

es aus zwei Hälften, die nur in wenigen Fällen, am vollkommensten bei den Affen, wie bei dem Menschen, zu einer Knochenplatte verschmelzen. Auch das Stirnbein der Vögel ist paarig. Bei den Amphibien aber und Knochenfischen sondert es sich in vier, fünf oder sechs einzelne Knochen.

Die Batrachier besitzen nämlich mit wenigen Ausnahmen (Proteiden) ausser den bei den ungeschwänzten Batrachiern mit den Scheitelbeinen verwachsenen Hauptstirnbeinen, *ossa frontalia principalia*, noch zwei *ossa frontalia anteriora*, wozu bei den Eidechsen und Krokodilen, die nur ein *frontale principale* haben, und bei den Schlangen, Cheloniern und Fischen zwei *frontalia posteriora* kommen. Die *ossa frontalia anteriora* werden gewöhnlich durch die *ossa nasalia* getrennt, sie stossen jedoch bei den Cheloniern, denen die Nasenbeine nach der gewöhnlichen Ansicht fehlen, in der Mitte zusammen.

Zur Bildung des Augenhöhlenrandes tragen häufig accessorische *ossa supratemporalia* und *infraorbitalia* bei. Am häufigsten und beständigsten sind die *ossa infraorbitalia* bei den Fischen, wo sie eine vom *frontale anterius* unter dem Auge bis zum *frontale posterius* verlaufende Reihe bilden, und, wie die sogenannten *ossa nasalia* und die an die *infraorbitalia* nach hinten sich anschliessenden *supratemporalia*, von den sogenannten Schleimcanälen mit den eigenthümlichen Nervengebilden (vergl. S. 90) durchbohrt werden.

Das Thränenbein, *os lacrymale*, ist bei den meisten Säugethieren vorhanden und fehlt nur bei den Robben und dem Wallross; bei *Manis* ist es sehr innig mit dem Oberkiefer, bei den Delphinen mit dem Jochbein

verwachsen. Das Thränenbein der Vögel (vorderes Stirnbein Köstl.) ist in der Regel ein beträchtlicher, die Augenhöhle von vorn und oben begränzender Knochen, der hier die bei den Säugethieren constante Verbindung mit dem Oberkiefer und meist auch mit dem Jochbein aufgegeben hat. Unter den Amphibien findet sich das Thränenbein nur bei den Sauriern und Krokodilen, bei letzteren besonders entwickelt, mit einer ansehnlichen Gesichtsfläche. Die Fische haben keinen Knochen, der als Thränenbein angesprochen werden könnte.

Eine dem Geruchsorgan angehörige Gruppe bilden das Siebbein, die Nasenbeine und das Pflugscharbein.

Das Siebbein, *os ethmoideum*, der Säugethiere bildet durch die gewöhnlich mehr als beim Menschen entwickelte Siebplatte den vorderen Schluss der Schädelhöhle. Mit Ausnahme der Affen und einiger Gürtelthiere (*Cachicames* Cuv.) fehlt die Orbitalplatte des Siebbeins, das sogenannte *os planum* oder die *lamina papyracea.* Das Siebbein der Vögel besteht aus einer grossen unpaarigen Knochenplatte, welche namentlich zur Bildung der Augenhöhlenscheidewand beiträgt und häufig an der Schädeldecke zum Vorschein kommt. Unbedeutender sind die von dem vorderen Rande der Mittelplatte ausgehenden Seitentheile des Riechbeins. Den beschuppten Amphibien fehlt das Siebbein, bei den nackten Amphibien betrachtet man gewöhnlich das *os en ceinture,* Cuv., einen kurzen, hohlen, den vorderen Theil der Hirnkapsel bildenden Cylinder, als Siebbein. Von oben wird das *os en ceinture* mehr oder weniger von den Scheitel-Stirnbeinen verdeckt; das Siebbein der Fische

ist ein unpaariger auf dem vorderen Ende des Keilbeins und dem vorderen Ende des Vomers sich befestigender Knochen, der nicht mehr, wie bei den Vögeln, die Orbitalscheidewand, sondern die Scheidewand der Nasenhöhle bildet.

Die Nasenbeine, *ossa nasalia,* der Säugethiere bieten viele Veränderungen dar. Sie nehmen bei den Affen an Länge zu und sind lang bei den meisten Ordnungen. Sehr klein und verkümmert sind sie bei den Cetaceen, mit denen die Fleischfresser durch die schwimmenden Fleischfresser verbunden werden. Sie bedecken die Nasenhöhle von oben oder von vorn. Auch bei den Vögeln wird die Nasenhöhle hauptsächlich von den Nasenbeinen bedeckt; ein wesentlicher Unterschied liegt aber in der theilweisen, selten völligen Trennung der Nasenbeine durch den mittleren, aufsteigenden Ast des Zwischenkiefers. Die meisten nackten und beschuppten Amphibien besitzen zwei Nasenbeine.

Das Pflugscharbein, *vomer*, der Säugethiere ist einfach; es erreicht bei den ächten Cetaceen eine ausnehmende Grösse. Auch bei den Vögeln ist dieser Knochen einfach, doch tritt hier an seinen breiteren Enden eine Spaltung ein, die bei *Rhea Novae Hollandiae* fast vollständig ist. Bei den meisten Amphibien zerfällt der Vomer wirklich in zwei seitliche Hälften; nur bei den Cheloniern ist er unpaar; den Krokodilen fehlt er ganz. Der Vomer der Fische ist eine horizontale Platte und dient hier, wie auch bei den nackten Amphibien, nicht mehr als senkrechte Scheidewand, obschon er der innigen Verbindung mit dem Keilbein, Oberkiefer und Gaumenbogen getreu geblieben ist.

Um die Veränderungen, welche die Knochen der Schläfengruppe sammt dem Jochbein, *os jugale*, erleiden, und namentlich ihre Beziehungen zu den Kiefern zu verfolgen, erscheint es auch am zweckmässigsten, vom Menschen und von den Säugethieren auszugehen. Von den zum Schläfenbein gehörigen Knochen, der Schuppe, dem *os tympanicum*, *petrosum* und *mastoideum*, ist der letztere bei den Säugethieren nicht constant, wenig entwickelt und mit dem Felsenbeine verschmolzen. Er kann ganz fehlen, wie bei den ächten Cetaceen und den Monotremen. Es sind mit ihm nicht die starken *processus paramastoidei* oder *jugulares* (z. B. beim Schwein) zu verwechseln, welche dem Hinterhauptsbeine angehören. Durch eine Auftreibung des Trommelknochens, an der mitunter auch das Felsenbein Theil nimmt, entsteht die vorzüglich bei Nagern und reissenden Thieren sehr beträchtliche Knochenblase, die *bulla ossea*.

Bei den Vögeln kann man von diesen Knochen am leichtesten die Schuppe und das, mit den benachbarten Knochen das Labyrinth enthaltende Felsenbein (hinterer Schläfenflügel Köstl.) unterscheiden. Nun ist aber der Unterkiefer nicht mehr, wie beim Menschen und den Säugethieren an der Schläfenschuppe selbst eingelenkt, sondern diese Verbindung ist durch einen zwischen Schuppe und Unterkiefer getretenen Knochen, das Quadratbein, *os quadratum*, vermittelt. Dieses entspricht, gemäss seiner Entstehung aus dem ersten Visceralstreifen, dem Ambos. (*Columella* der Vögel-Steigbügel, aus dem zweiten Visceralstreifen.) Auch das Verhältniss der Schuppe zum Oberkiefer ist ein anderes geworden. Bei

den Säugethieren nämlich ist die Verbindung des Oberkiefers mit dem Jochfortsatz der Schläfenschuppe durch das Jochbein sehr constant, und nur einige Edentaten, deren Jochbein nicht bis zum Schläfenbeine reicht, und einige Andere *(Centetes, Manis, Sorex)*, die gar kein Jochbein haben, machen eine Ausnahme. Die Verbindung des Jochbeins mit dem Jochfortsatze des Stirnbeins, wie sie, ausser beim Menschen, auch bei den Affen, den Ein- und Zweihufern u. a. vorkommt, ist wenig wichtig. Bei den Vögeln ist nun zwischen das lange dünne Jochbein und das Quadratbein ein neuer, dem Jochfortsatze der Schuppe der Säugethiere zu vergleichender Knochen eingeschoben, das Quadratjochbein, *os quadrato-jugale*. Durch das Quadratbein und das ihm eingelenkte Quadratjochbein ist auch der ganze Oberkieferapparat beweglich geworden und kann sich heben und senken.

Das Quadratjochbein wird in den folgenden Klassen dadurch von besonderer Wichtigkeit, dass es allmälig dazu übergeht, den Unterkiefer zu tragen.

Die Verbindung der beiden Theile des Jochbogens *(os jugale* und *quadrato-jugale)* unter einander, des Jochbeins mit dem Oberkiefer und des Quadratjochbeins mit dem Quadratbein wird noch einmal bei den Krokodilen und Cheloniern eine sehr feste. Bei den Krokodilen legt sich das Quadratjochbein an die ganze äussere vordere Kante des Quadratbeins, und dieselbe Lage hat es bei den Seeschildkröten; dagegen ist es bei den Landschildkröten an den oberen, vorderen Theil des Quadratbeins gerückt.

Bei den Eidechsen tritt eine Verkümmerung des

Jochbogens ein. Nur einzelne, wie *Stellio*, haben Jochbein und Quadratjochbein vollständig, dann löst sich das Jochbein vom Quadratjochbein los, bei *Monitor*, und der Uebergang zu den Schlangen ist vollendet durch *Gecko*, wo beide, den Schlangen gänzlich mangelnde Knochen sehr rudimentär sind oder auch fehlen.

Die bei Krokodilen und Cheloniern hinter und über dem Quadratbein gelegene, mit den benachbarten Knochen fest verbundene Schläfenschuppe nimmt bei den Schlangen eine längliche Gestalt an und ist beweglich am Scheitelbein und seitlichen Hinterhauptsbein befestigt. Sie verschwindet bei den Engmäulern und ist auch bei den meisten Sauriern rudimentär. Auch den nackten Amphibien fehlt die *squama*, und das Quadratbein ist an dem seitlich hervortretenden *os petrosum* aufgehängt. Das Jochbein haben die nackten Amphibien nicht, und die Verbindung des Oberkiefers mit dem Quadratbein wird jetzt hergestellt durch einen vom unteren Ende des Quadratbeins ausgehenden Knochen; dieser ist das Quadratjochbein, welches zugleich die Gelenkfläche für den Unterkiefer darbietet. Somit sind wir bei den Fischen angelangt.

Bei den meisten Knochenfischen wird derjenige Knochen, der, wie bei den Schildkröten und Krokodilen, mit seinem vorderen Ende an das hintere Ende des *frontale posterius*, dessen innerer Rand an das *parietale* stösst, und den man wohl am passendsten als Schläfenschuppe *(mastoidien*, Cuv.) betrachtet, mit dem Unterkiefer durch eine Reihe von Knochen verbunden, deren Zahl im Maximum fünf beträgt. Von Cuvier sind diese Knochen so benannt: der obere, an das *mastoideum* stos-

sende heisst *temporale*, der mit der Gelenkfläche für den Unterkiefer versehene *jugale*, zwischen beiden liegen nach vorn das flache *tympanicum*, nach hinten das kleinere stabförmige *symplecticum*; endlich gehört das längliche *praeoperculum* dazu. Wie das *symplecticum* scheint auch das *tympanicum* ein blosses Schaltstück zu sein; beide Stücke kommen bei den Welsen gar nicht vor, und auch bei anderen Knochenfischen, z. B. den Muränoiden (*Muraenophis helena*) ist eine bedeutende Reduction eingetreten. Hält man das *mastoideum* Cuv. für die Schläfenschuppe, so ist der mit ihr verbundene Knochen (*temporal* Cuv.) das Quadratbein, der mit dem Unterkiefer articulirende aber das Quadratjochbein. Setzen wir ferner das Quadratbein der Vögel, Amphibien und Fische nicht gleich dem *tympanicum* der Säugethiere, sondern betrachten es nur als abgelöstes Gelenkstück des Schläfenbeins, so scheint das *tympanicum* wieder in dem *praeoperculum* der Fische aufzutreten.

Bei den Stören und Spatularien unterscheidet man noch drei Stücke im Suspensorium des Unterkiefers; bei den Plagiostomen ist nur ein einziges Knorpelstück vorhanden, und dieser Stiel ist bei den Chimären ein blosser Fortsatz der Schädelkapsel.

Zu den oberen Kieferknochen rechnen wir den Zwischenkiefer (*os intermaxillare*), Oberkiefer (*os supramaxillare*), das Gaumenbein (*palatinum*) und Flügelbein (*pterygoideum*).

Der auch beim Menschen vorhandene, aber frühzeitig mit dem Oberkiefer verschmelzende Zwischenkiefer bildet gewöhnlich das vordere und obere Schnauzenende; er ist paarig bei den Säugethieren, Krokodilen, Che-

loniern (mit Ausnahme von *Chelys)*, nackten Amphibien und Fischen, einfach bei den Vögeln, wo er den grössten Theil des Schnabels bildet, bei den Ophidiern und Sauriern (mit Ausnahme der Scincoiden). Bei den Säugethieren trägt der Zwischenkiefer immer die Schneidezähne und ist daher mit diesen z. B. beim Dugong, dem Elephanten sehr entwickelt, jedoch oft auch da, wo die Schneidezähne fehlen, bei den Wiederkäuern, ganz ansehnlich. Seine Verbindung mit dem Oberkiefer ist bei den Fischen eine sehr lose, und nur bei den Pectognathen sind beide Knochen verwachsen.

Mit Ausnahme der Vögel und der meisten Fische, deren Zwischenkiefer an Ausdehnung den Oberkiefer übertrifft, ist dieser in der Regel der Hauptknochen der Oberkiefergruppe. Er besteht aus zwei Seitenschenkeln. Er tritt namentlich bei den Schlangen bedeutend gegen den Zwischenkiefer hervor, kann aber auch ganz verschwinden, wie wir an vielen Welsen und Aalen sehen.

Von der innerhalb der Oberkieferregion wiederum näher zusammengehörigen Gruppe der Gaumen- und Flügelbeine (Gaumenbogen) ist das Gaumenbein das vordere, das Flügelbein das hintere Glied.

Bei den meisten Säugethieren wird das Gaumenbein weit mehr äusserlich sichtbar, als beim Menschen; in dem Maasse, als das Flügelbein sich von dem Oberkiefer entfernt, und je grösser diese Entfernung ist, desto niedriger pflegen beide Knochen zu werden. In Bezug auf die Höhe der Knochen schliessen sich daher an den Menschen der Elephant, das Känguruh, die pflanzenfressenden Cetaceen an. Bei den Menschen ist das Flügelbein (als *ala pterygoidea interna)* sehr eng mit dem

Flügelfortsatz des Keilbeins verbunden und hat überhaupt eine sehr geringe Ausdehnung. Ein ähnliches Verhalten zwischen beiden Theilen findet bei den Affen und Halbaffen statt. Auch bei den Pachydermen tritt das Flügelbein gegen den Flügelfortsatz zurück; bei den Wiederkäuern, zu welchen das Pferd führt, halten sich Flügelbein und Flügelfortsatz schon die Wage, und in der Ordnung der Nager (z. B. bei *Castor*, *Hystrix*) nimmt der Flügelfortsatz im Gegensatz zum Flügelbein mehr und mehr ab, bis er bei den Beutlern ganz rudimentär wird oder verschwindet. So ist es auch bei den meisten Fleischfressern. Die Edentaten und Monotremen haben keine Spur von Flügelfortsätzen.

Bei den Vögeln ist die Verbindung des Gaumen- und Flügelbeins mit der Schädelaxe eine viel losere geworden, als bei den Säugethieren; beide liegen nur mit einem Ende, das Gaumenbein mit dem hinteren, das Flügelbein mit dem vorderen, an dem Keilbein an. Nach vorn stellt das Gaumenbein, wie bei den Säugethieren, die Verbindung mit dem Oberkiefer her, das Flügelbein aber, stielförmig, cylindrisch oder zusammengedrückt, geht nach hinten und aussen zum Quadratbein, mit dem es articulirt.

Unter den Amphibien werden wir hinsichtlich der Verbindung der Gaumen- und Flügelbeine mit der Schädelaxe durch die Krokodile und Schildkröten wieder an die Säugethiere erinnert, wogegen bei den Sauriern, Schlangen und nackten Amphibien die Befestigung an Keilbein und Pflugscharbein sehr gering wird oder wegfällt, und daher die Hauptbestimmung des Gaumenbogens die Verbindung des Oberkiefers mit dem Suspensorium

des Unterkiefers ist, wenngleich da, wo das Gaumenbein verloren geht (bei den meisten geschwänzten Batrachiern) der Gaumenbogen den Oberkiefer gar nicht erreicht. Bei den Sauriern, Schlangen und Krokodilen tritt, mit wenigen Ausnahmen, ausser dass das Gaumenbein zum Oberkiefer geht, noch ein Zwischenglied zwischen Oberkiefer und Flügelbein auf, das *os transversum s. pterygoideum externum*; bei einigen Schildkröten *(Testudo, Trionyx)* berührt das Flügelbein selbst das hintere Ende des Oberkiefers. Ein anderer hierher gehöriger, den meisten Sauriern zukommender Knochen ist die *columella*, welche das Flügelbein mit dem Scheitelbein verbindet.

Bei den ächten Schlangen, denen Jochbein und Quadratjochbein fehlen, ist der Gaumenbogen die einzige sehr bewegliche und verschiebbare Brücke zwischen Oberkiefer und dem Suspensorium des Unterkiefers geworden.

Der Gaumenapparat der Fische besteht sehr allgemein aus drei Stücken; das oberste und vorderste mit dem *ethmoideum*, gewöhnlich auch mit dem Oberkiefer und dem vorderen Stirnbein verbunkene ist das Gaumenbein. Das Flügelbein ist in zwei Theile zerfallen, in einen vorderen *(transversum*, Cuv.) und einen inneren *(transversum*, Köstl.). Das vordere verbindet sich mit dem *quadrato-jugale*, das innere mit dem *tympanicum*, Cuv., welches letztere selbst als ein Demembrement des Flügelbeins, als *pterygoideum posterius* betrachtet werden kann.

Der Unterkiefer zeigt die grössten Verschiedenheiten hinsichtlich der Anzahl der Stücke, aus denen seine beiden Seitenhälften zusammengesetzt sind, abgesehen von den Veränderungen der Form, welche er

innerhalb der Klassen annimmt. Bei den Säugethieren sind die Hälften einfach, verschmelzen jedoch, wie beim Menschen, bei den Affen, Fledermäusen, Pferden und Pachydermen zu einem Stücke, während sie bei den übrigen durch Faserknorpel fest verbunden sind.

Bei den Vögeln besteht der Unterkiefer aus 11 Stücken, einem unpaaren (*os dentale*) und 5 paarigen, die den gleich zu nennenden Theilen bei den Amphibien entsprechen, jedoch sehr früh unter einander und mit dem Zahnstück verwachsen.

Die bei den meisten beschuppten Amphibien den Unterkiefer zusammensetzenden Stücke sind 1) das Zahnstück, *os dentale*, trägt Zähne, mit Ausnahme der Chelonier, bei denen es auch (*Chelys* ausgenommen) unpaar ist; 2) das Gelenkstück, *os articulare*, bildet allein oder mit den zwei folgenden die Gelenkfläche für das Quadratbein; 3) das hintere Ausfüllungsstück, *os angulare*, bildet den unteren Wirbel; 4) das äussere Ausfüllungsstück, *os supraangulare*, liegt über dem *angulare*, aussen auf dem hinteren Theile des Unterkiefers; 5) das innere Ausfüllungsstück, *os operculare*, trägt zur Bildung der inneren Wand des Unterkiefers bei; 6) das Kronenstück, *os complementare*, ist unbedeutend bei den Krokodilen, ansehnlicher bei den Sauriern und Cheloniern. Von diesen Knochen fehlen den Schlangen, namentlich den giftigen, mehrere; bei den *Eurystomi* sind die Kieferäste nur durch Band mit einander vereinigt. Bei den nackten Amphibien tritt eine noch grössere Reduction der Knochenstücke ein, die zum Theil, wie das *articulare*, knorpelig bleiben.

Bei den Knochenfischen finden sich nur selten

(Lepidosteus, Osteoglossum) die aufgezählten sechs Stücke, meist sind nur drei, nämlich das *os dentale*, *articulare* und *angulare*, weniger häufig auch das *operculare* vorhanden.

	Verschiedene Benennungen	
Cuvier.	Meckel.	Wagner.
occipitale externum	seitliches oberes Hinterhauptsbein	seitliches oberes Hinterhauptsbein
ala magna	Felsenbein	Felsenbein
ala parva	grosser (hinterer) Keilbeinflügel	grosser Flügel
sphenoideum anterius	vorderer Keilbeinflügel	kleiner Flügel
petrosum *)		
frontale posterius	Schlafbeinschuppe	Schlafbeinschuppe
mastoideum	Zitzenstück des Schlafbeins	Zitzenbein
temporale	Quadratbein, Gelenktheil des Schlafbeins	oberes Gelenkbein
tympanicum		scheibenförmiges Stück
symplecticum		griffelförmiges Stück
iugale		unteres Gelenkbein
pterygoideum	unterer Flügel	untere Flügel
transversum		
palatinum	Gaumenbein	Gaumenbein
frontale anterius	seitliches Riechbein	seitliches Riechbein

*) Dieser Knochen ist am meisten entwickelt bei den Gadoiden.

von Knochen des Fischkopfes.

Hallmann.	Köstlin.	Müller.
os occipitale extern. mastoideum	occipitale externum	
petrosum	hinterer Schläfenflügel	
ala magna	vorderer Schläfenflügel	
ala parva *) und sphenoideum superius **)	Orbitalflügel *) und Demembrement d. Keilbeins	
os innominatum	Zitzenbein	
frontale posterius	frontale posticum	
squama tomporalis	Schläfenschuppe	mastoideum
quadratum seu tympanicum	Gelenktheil des Schläfenbeins, Quadratbeingruppe	o. temporale
pterygoideum posterius		Schaltstück
symplecticum		Schaltstück
quadrato-iugale, quadrato-maxillare		quadrato-iugale
pterygoideum internum	transversum	pterygoideum internum
pterygoideum externum s. anterius	Flügelbein	pterygoideum externum
palatinum	Gaumenbein	palatinum
frontale anterius	front. anticum	

*) Bei den Welsen, Aalen, *Mormyrus*, *Erythrinus*, *Polypterus*, den Cyprinoiden, *Clupea*, L.; *Salmo*, Cuv.

**) Bei den Acanthopterygiern (mit Ausnahme der Gobioiden u. a.), Hechten (mit Ausnahme von *Mormyrus*), *Clupea*, L. *Salmo*, Cuv. u. a.

Das Zungenbein und der Kiemenapparat.

Das Zungenbein, *os hyoideum*, der Säugethiere besteht aus dem Körper und zwei Paar Hörnern. Ersterer ist sehr verschieden gestaltet. Eine der abweichendsten Formen hat *Mycetes*, wo er zur Aufnahme eines vom Kehlkopf ausgehenden Sackes ausgehöhlt ist. Die vorderen, den Körper an die *pars petrosa* des Schläfenbeins heftenden Hörner haben zwei bis drei Segmente, deren letztes als *processus hyoideus* mitunter (Mensch, Orang) mit dem Schädel verwächst. Die hinteren, auch zuweilen (bei Nagern, Cetaceen, Edentaten) fehlenden Hörner sind gewöhnlich einfach und stehen mit den oberen Hörnern des Schildknorpels in Verbindung.

Das Zungenbein der Vögel ist nach einem sich ziemlich gleichbleibenden Typus gebaut. An den einfachen länglichen Zungenbeinkörper schliessen sich vorn gewöhnlich die paarigen, mehr oder minder mit einander verschmolzenen *ossa entoglossa* an (als deren Ueberbleibsel bei den Säugethieren die sogenannte *lytta* anzusehen). Nach hinten verlängert sich der Körper in den Stiel. Die beiden aus zwei bis drei Segmenten bestehenden Hörner werden bei einigen Vögeln auffallend lang, indem sie sich über den Schädel herum bis zu den Nasenbeinen und Oberkiefer biegen (Specht, Wendehals, Kolibri).

Die beschuppten Amphibien bieten hinsichtlich der Form und Ausdehnung des Zungenbeinkörpers und der Anzahl der Hörner sehr viele Verschiedenheiten dar. Bei den Schlangen, deren Zunge in einer Scheide liegt, finden sich nur Spuren des Zungenbeins als zwei zur Seite der Scheide liegende und sich vorn vereinigende Knorpelstreifen. Die Saurier und Schildkröten haben meist mehrere, die Krokodile nur ein Paar Hörner.

Die nackten Amphibien schliessen sich eines Theils, wenn sie Luft athmen, in der Zusammensetzung des Zungenbeins an die bisher betrachteten Formen an, andern Theils, als Wasser athmende Larven und Perennibranchiaten, wo mit dem Zungenbein der Kiemenbogenapparat verbunden ist, zeigen sie grosse Aehnlichkeit mit den Fischen.

Der Axentheil des Zungenbeins der Perennibranchiaten, mit Anschluss der Larven der später Luft athmenden Batrachier, besteht gewöhnlich aus mehreren hinter einander gelegenen Stücken, deren eines (die *copula,* Zungenbeinkörper) die mit dem *os petrosum* verbundenen Zungenbeinbogen vereinigt. Auf zwei jederseits von der hinteren Verlängerung der *copula* abgehenden, den Zungenbeinbogen parallelen Knochen sitzen die drei oder vier Kiemenbogen (*arcus branchiales*).

Das Zungenbein und der Kiemenbogenapparat der höheren Knorpelfische und der Knochenfische zeigt im Allgemeinen folgende Zusammensetzung: Das vorderste Stück der Axe ist das die Zunge stützende *os linguale* (Knochenfische), auf welches die *copula* folgt; diese verbindet die beiden gewöhnlich aus mehreren Segmenten bestehenden Zungenbeinbogen. Die Zungenbeinbogen tragen mehrere Strahlen, *radii branchiostegi*, zwischen denen eine zur Schliessung der Kiemenhöhle beitragende Haut, *membrana branchiostega*, ausgespannt ist. Von der Vereinigungsstelle der Bogen erstreckt sich bei den meisten Knochenfischen nach hinten und unten der ansehnliche Zungenbeinkiel. In einer Reihe mit *os linguale* und *copula* folgen nach hinten mehrere unpaare Stücke, die Träger der vier eigentlichen Kiemenbogen und des fünften, welcher fast nie (*Lepidosiren*)

Kiemenblättchen trägt, sondern, gewöhnlich mit Zähnen bewaffnet, unterer Schlundknochen *(os pharyngeum inferius)* genannt wird. Die Seitenschenkel jedes Kiemenbogens bestehen aus zwei bis vier Stücken, von denen die oberen, die sich häufig durch ihre starke Bewaffnung auszeichnen, obere Schlundknochen *(ossa pharyngea superiora)* genannt werden. Aus einer eigenthümlichen Entwicklung des dritten Gliedes vom ersten Kiemenbogen gehen (nach Peters Entdeckung) die als accessorische Athemorgane dienenden Labyrinthe der Familie *Labyrinthici* hervor, während ausserdem noch die oberen Schlundknochen vorhanden sind.

Zum Kiemenapparat gehört auch der Kiemendeckel, der bei Sturionen und Knochenfischen aus drei Stücken besteht, dem *operculum*, *suboperculum* und *interoperculum.* Das *operculum*, der grösste Knochen, ist durch eine Gelenkpfanne mit dem Gelenkkopf der Schläfenbeinschuppe verbunden; nach hinten und unten vom *operculum* liegt das *suboperculum*, und zwischen diesem und dem (zum Suspensorium des Unterkiefers gehörigen) *praeoperculum* das *interoperculum.*

Bei den Plagiostomen und Cyclostomen sind die Kiemen nicht mit ihrem Aussenrande frei, das Wasser läuft nicht durch eine grosse Kiemenspalte ab, sondern es tritt durch eigne unbedeckte Kiemenlöcher aus. Bei den Plagiostomen werden nur die Ränder der Kiemenlöcher durch Knorpelstreifen gestützt, welche jedoch weder unter einander, noch mit der Wirbelsäule in Verbindung stehen. Bei *Ammocoetes* und *Petromyzon* ist dagegen ein sehr zusammengesetztes knorpeliges Gerüst (Kiemenkorb, Brustkorb) vorhanden, das am Schädel und an der Wirbelsäule befestigt ist.

Die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule.

Zuerst hat J. P. Frank*) den Schädel mit der Wirbelsäule verglichen. Er sagt: *In ea semper opinione versatus sum, quamcunque spinalis columnae vertebram pro parvo eodemque transverso cranio esse considerandam.* Und ferner spricht er von der *extrema et ex omnibus maxime conspicua mobilissimaque vertebra, quam calvariam appellamus.*

Eine eigentliche Schädel-Wirbel-Theorie ist aber erst 1807 von Oken aufgestellt, nachdem Goethe schon seit vielen Jahren ganz ähnliche Ideen bei sich hatte reifen lassen. Oken ist im Vergleichen des Kopfskeletes mit dem Rumpfskelet durchaus masslos. Einer der eigenthümlichsten Ausbildner der Naturphilosophie, Gustav Carus, hat auch mit Vorliebe diese Verhältnisse dargestellt. Ueber die Summe seiner Ansichten kann man sich u. a. in einem seiner jüngsten Werke, „Symbolik der menschlichen Gestalt" unterrichten. Carus hat, ziemlich oberflächlich, die Entwicklungsgeschichte verwerthet, um seine drei Schädelwirbel mit dem grossen Hirn, der Region der Vierhügel und dem kleinen Hirn zu parallelisiren.

So lange man sich nur auf die gröbere Anatomie der fertigen Gewebe verliess, war die Deutung allerdings gewissen Schwankungen und Willkürlichkeiten ausgesetzt, aber doch nicht besonders schwierig und verwickelt. Erst den Bemühungen der microscopischen Histiologen ist es gelungen, die ganze Lehre in eine solche Verwirrung zu bringen, dass man sich kaum darin orientiren kann.

---

*) *Delectus opusculorum academicorum.* 1792.

Um den Schädel mit den Hüllen des Rückenmarkes zu vergleichen, ist die Untersuchung von zwei Ausgangspunkten zu führen. Die embryonalen Zustände sollen die definitiven erläutern, und ein ähnliches Verhalten zeigt die Wirbelsäule bei den Knorpelfischen verglichen mit denjenigen der höheren Wirbelthiere.

In letzterer Beziehung hat man sich zunächst an folgende Thatsachen zu halten. Bei den Cyclostomen wird der hinterste Theil der *basis cranii* durch einen aus der äusseren Scheide der *chorda dorsalis* entstehenden Knorpelknochen gebildet, in welchen sich die Spitze der *chorda dorsalis* hinein erstreckt, und der seitlich ein Paar blasige Auftreibungen, die Gehörkapseln trägt. Zwei vordere divergirende Fortsätze hängen mit den Gesichtsknorpeln*) zusammen. Ueber diesem *os basilare*, mit ihm fest verwachsen und zwischen den Gehörblasen und den Fortsätzen liegt die knorpelhäutige *(Ammocoetes, Myxine)* oder mehr *(Petromyzon)* oder minder *(Bdellostoma)* verknorpelte Gehirnkapsel, eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarksrohres, an welche sich nach vorn die Nasenkapsel anschliesst. Die knorpelige Hirnkapsel der Störe wird von oben durch Hautknochen verdeckt. Die Schädelbasis selbst ist nicht verknöchert, unter ihr aber befindet sich eine längere, bis unter die Schnauze sich fortsetzende Knochenplatte. Die *chorda* reicht noch bis in die Schädelbasis (auch bei *Lepidosi-*

---

*) Wir haben oben des Kopfes der Knorpelfische nur vorübergehend Erwähnung gethan. Ueber das Gaumengerüst und die Nasenknorpel der Cyclostomen, die verschiedenen Mundknorpel und Schnauzenknochen lese man die Originalarbeiten, namentlich von J. Müller nach. Es sind zum grossen Theil isolirt dastehende Bildungen, die nicht in dem allgemeinen Plane des Skeletes liegen.

ren); die Verbindung des Schädels mit der Wirbelsäule ist also dieselbe wie bei den Cyclostomen. Bei den Chimären und Plagiostomen fehlt zwar die Spitze der *chorda dorsalis* im Basilartheile des Schädels, doch stellt dieser noch eine geschlossene, d. h. nicht in einzelne Stücke zerfallene Knorpelkapsel dar, in und an welcher sich keinerlei Ossificationen zeigen.

Ueberall, wo die Gehirnhüllen als unmittelbare Fortsetzung der Rückenmarkshüllen auftreten, versteht sich die Identität dieser Bildungen von selbst. Und diese Identität ist vorhanden auch bei den Embryonen sämmtlicher Wirbelthiere. Wo früher die continuirliche Knorpelkapsel, Primordialschädel, findet sich später der knöcherne Schädel, wo das knorpelige Rückenmarksrohr, die einzelnen Wirbel.

Von letzteren nahmen die Histiologen eine lange Zeit an, dass sie in allen ihren Theilen aus unmittelbarer Umwandlung der Knorpelsubstanz in Knochensubstanz hervorgingen, und die Frage nach der Homologie der Schädelknochen mit Wirbeltheilen stellte sich so: Entstehen sämmtliche Schädelknochen nach Art der Wirbel aus dem Primordialschädel, aus der knorpeligen Grundlage, oder entstehen einige auf andre Weise, lassen sich also nicht mit Wirbeltheilen vergleichen?

Einige Histiologen, namentlich Reichert, glaubten annehmen zu müssen, es entständen die Schädelknochen sammt der *dura mater* der höheren Wirbelthiere aus einer und derselben skeletbildenden Schicht, indem Kölliker's Blastem der secundären Knochen von einer häutig knorpeligen oder häutig faserknorpeligen Beschaffenheit sei und continuirlich in den hyalinartigen Knorpel, das Bildungsmaterial der primären Knochen, übergehe. Das

Resultat der Untersuchungen Reichert's über die Schädelkapsel der nackten Amphibien und Fische ist aber das, dass „ihre knorpeligen und knöchernen Theile bis auf wenige noch zweifelhafte Fälle, ebenso, wie bei den höheren Wirbelthieren der inneren skeletbildenden Schicht des Wirbelsystems angehören, dass aber bei ihnen einzelne Knochen *(frontalia principalia, parietalia, sphenoideum basilare)* unter Umständen nur aus einer theilweisen Verknöcherung der Rindenschicht des hyalinartig knorpeligen Schädelkapselabschnittes mit theilweiser oder gänzlicher Erhaltung des übrigen Knorpels hervorgehen".

Den Hauptvertreter einer zweiten Ansicht haben wir schon genannt. Nur ein Theil der Schädelknochen sei knorpelig präformirt (primär) und bilde sich auf Kosten des Primordialschädels, während eine zweite Kategorie von Knochen nie knorpelig präformirt sei, sondern einer membranösen Grundlage, einem wahren, zellenführenden Bindegewebe seine Entstehung verdanke. Indem diese Knochen auf den Wänden des Primordialschädels liegen, welche häufig bei Knochenfischen (Salmonen, Echocinen) und Batrachiern unter ihnen zurückbleiben, heissen sie Deckknochen (auch sekundäre). Beiderlei Arten von Knochen sind integrirende Theile des Schädels. Aber unter der Voraussetzung, dass sämmtliche Wirbeltheile knorpelig präformirt seien, war auch nur die Zurückführung der knorpelig präformirten Schädelknochen auf die Wirbel zulässig.

Da kam Stannius mit der Entdeckung, die Dornfortsätze einiger Fischwirbel *(Esox lucius, Salmo salar)* hätten eine ganz ähnliche Entstehung wie die sogenannten Deckknochen, d. h. seien nie knorpeliig präformirt. Also an der Wirbelsäule selbst fand sich der vermeint-

liche Gegensatz in der Entstehungsweise. Man hatte die Wahl, wenn man auf die Entstehungsweise grosses Gewicht legen wollte, die Knochen danach zu sortiren und nur innerhalb dieser Gränzen zu vergleichen, oder auch von der Art der Entwicklung ganz abzusehen, d. h. zu der Oken-Goethe'schen Anschauung zurückzukehren.

In neuester Zeit endlich hat H. Müller alle bisherigen histiologischen Angaben umgeworfen. Nach ihm entsteht in allen Fällen die ächte, aus lamellöser Grundsubstanz mit strahligen Höhlen und Zellen bestehende Knochenmasse beim Menschen und Säugethier, wahrscheinlich auch bei den übrigen Wirbelthieren auf ein und dieselbe Weise. Bei der Bildung der sogenannten primordialen Knochen setzt sich Knochensubstanz an die Stelle der, in der Regel verkalkten und wieder sich rückbildenden und schwindenden Knorpelsubstanz. Und somit erscheint alle ächte Knochensubstanz als das, was man bisher als Bindegewebsknochen zu bezeichnen pflegt. Sie entsteht nicht auf zweierlei Art, theils aus Knorpel, theils aus einer dem Bindegewebe ähnlichen Masse, sondern nur aus letzterer.

Der histiologische Unterschied zwischen den präformirten und nicht präformirten Knochen fällt (in anderem Sinne also, als wie nach Reichert) so gut wie ganz weg. Wohl aber hat das Knorpelskelet eine provisorische Bedeutung, und die schon von Bergmann aufgestellte Eintheilung in ein primäres, secundäres und tertiäres Skelet (Chorda, Knorpel, Knochen) ist noch innerlicher gerechtfertigt.

Da oft nicht-knorpelig-präformirte Knochen vor den präformirten auftreten, ist der Ausdruck primär und

secundär unpassend; rationeller ist „präformirt" und „nicht präformirt".

Wie weit schliesslich die Histiologie über die Bedeutung der einzelnen Schädelknochen als Wirbel, namentlich bei den niederen Klassen, aburtheilen wird, lässt sich noch nicht ermessen.

Musste es schon sehr bedenklich erscheinen, Knochen, wie z. B. die *squama ossis occipitis* derjenigen Säuger, wo sie als präformirt erscheint, für verschieden zu erklären von der *squama* derjenigen, bei denen sie ganz oder zum Theil als Belegknochen auftritt, oder die später ganz verwachsenen Theile des Schläfenbeins nach ihrer differenten Entstehung zu classificiren, und musste man schon danach geneigt sein*), anzunehmen, die Genesis könne nicht über die Identität der Schädelknochen entscheiden, so scheinen uns auch die neueren histiologischen Daten hierauf hinzudrängen.

Die drei Wirbel, die sich unzweifelhaft entweder ganz oder theilweise bestimmen lassen, sind:

	I.	II.	III.
Körper:	os occipitale basilare	corpus ossis sphenoidei posterior.	corpus ossis sphenoidei anter.
Bogen:	partes condyl. sive laterales ossis occipt.	alae magnae	alae parvae
Dornfstz:	squama occipit.	parietalia	frontalia

Als Körper eines vierten Schädelwirbels kann man das als vorderes Schlussstück der Schädelhöhle fungirende

*) Burmeister i. d. Zeitung für Zoologie 1849. S. 185.

ethmoideum betrachten, wogegen die Hinzufügung der *nasalia*, des *vomer* und der *intermaxillaria* in diesen Kreis willkürlich ist, indem diese Knochen zu keiner Zeit directe Beziehung zur Rückenseite oder der über dieselbe sich hinaus erstreckenden Schädelhöhle haben.

Das Felsenbein, die Schuppe mit dem Zitzentheil des Schläfenbeins entstehen als Schaltknochen zwischen jenen Wirbeln.

Die Bildung der übrigen Kopfknochen geht von den sogenannten Kiemen- oder Visceralbogen des Fötus aus. Am Rumpfe entsprechen den Visceralbogen die späteren Rippen; und es sind demnach Zungenbein, Gehörknöchelchen, Meckelscher Knorpel und mit einigen Modificationen auch Gaumen- und Flügelbein, Unterkiefer, Oberkiefer und Jochbein die Rippen des Kopfes.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, dass die Vergleichung einiger Knopfknochen, namentlich der Kiefern mit den Extremitäten ganz unstatthaft ist.

H. Rathke, Untersuchungen über die Entwickelung der Schildkröten. Braunschweig, 1848.

E. Hallmann, Die vergleichende Osteologie des Schläfenbeins. Hannover, 1837.

O. Köstlin, Der Bau des knöchernen Kopfes in den vier Classen der Wirbelthiere. Stuttgart, 1844.

Bergmann, Ueber die Skeletsysteme der Wirbelthiere. 1846.

A. Kölliker, Berichte von der zootomischen Anstalt zu Würzburg. 2. Bericht für das Schuljahr 1847—1848. Leipzig, 1849. 6. Abhdlg. Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere.

K. B. Reichert, Zur Controverse über den Primordialschädel. Müll. Arch. 1849.

A. Kölliker, Die Theorie des Primordialschädels festgehalten von — Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1850. II. Bd.

H. Müller über Knochenbildung, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1858. IX.

Drittes Kapitel.

Die activen Bewegungsorgane.

I.

Das Muskelsystem.

Die in den vorigen Abschnitten behandelten harten Theile des äusseren und inneren Skeletes, die man auch Stützorgane oder passive Bewegungsorgane genannt hat, dienen namentlich denjenigen weichen Körpertheilen als Stützen und Haltepunkte, die, auf äussere Reize oder auf Einfluss des Nervensystems sich zusammenziehend, die Bewegungen des Thieres ausführen. Es sind diess die Muskeln, die man, mit denselben histologischen Eigenschaften begabt, wie die Wirbelthiere sie zeigen, bis zu den Infusionsthieren hat verfolgen können.

1. Das Muskelsystem der Strahlthiere.

Die Polypen zeigen deutlich entwickelte Muskeln. Es sind vorzüglich die Actinien, unter deren Haut in den seitlichen Körperwandungen und im Fusse eine beträchtliche Muskelschicht liegt, wie sie auch bei anderen Anthozoen, z. B. in den Leibeswandungen der *Edwardsia*, in den Armen der *Eleutheria* bemerkt sind. In keinem Falle scheinen sie quergestreift zu sein.

Auch die Quallen haben deutliche Muskelfasern welche ring- und radienförmig die gallertige, contractile

Körpersubstanz durchziehen. Bei einzelnen Schirmquallen, z. B. *Pelagia noctiluca*, ist die Querstreifung der Muskelfasern beobachtet.

Das Muskelsystem der Echinodermen ist sehr entwickelt. Die Muskeln liegen eines Theils an und zwischen den einzelnen Abschnitten des Hautskeletes, um die Ortsbewegung zu vermitteln, und können da, wo das Hantskelet zurücktritt, bei den Holothurien, einen äusserst festen, aus Längs- und Querfasern bestehenden Hautmuskelschlauch bilden, theils dienen sie zur Bewegung der Kauorgane, Tentakeln u. s. w. Die Muskelfasern der Echinodermen scheinen immer glatt zu sein.

2. Das Muskelsystem der Würmer.

In allen Abtheilungen der Würmer sind Muskeln entdeckt. Bei den Strudelwürmern lassen sich Muskelfasern am leichtesten in dem sehr entwickelten, oft weit hervorstreckbaren Schlunde nachweisen, aber auch ausserdem finden sich im Körper entschieden ausgeprägte Muskeln, so diejenigen, welche bei der mikroscopischen Rhabdocöle *Prostoma lineare* zur Bewegung des Stachels dienen. Sie sind glatt.

Das Muskelsystem der Helminthen zeigt sich namentlich in der, die oft so ausserordentlichen Contractionen des Körpers hervorbringenden Hautmuskelschicht. Hier sind die immer glatten Muskelfasern theils unregelmässig in einander gewebt, wie bei den Trematoden, theils bilden sie regelmässige Längs- und Querschichten, so bei den Acanthocephalen, Nematoiden und Gordiaceen. Bei den Nematoden pflegt sich die nach innen liegende Längenmuskelschicht in vier Streifen zu sondern.

Bei den Ringelwürmern werden die Wurmbewegungen durch den entwickelten Hautmuskelschlauch ausgeführt. In diesem findet sich eine äussere Ringfaser- und eine innere Längsfaserschicht, zwischen beiden mitunter, wie bei den Blutegeln, eine Lage sich unregelmässig kreuzender Fasern. Besondere Muskelbündel dienen zur Bewegung der Fussstummel und Borsten bei den Borstenwürmern, andere zum Aus- und Einstülpen des Schlundes (z. B. bei *Arenicola, Nereis*) oder zum Aufrichten, Entfalten und Einziehen der Tentakeln.

3. Das Muskelsystem der Arthropoden.

Bei den Räderthieren scheiden sich die einzelnen zahlreichen Muskeln sehr scharf von den übrigen Organen, indem sie, meist nur mit ihren Enden befestigt, frei den Körper durchsetzen, so namentlich die grossen Längsmuskeln, welche sich von hinten convergirend nach vorn erstrecken und vorzugsweise das von Zeit zu Zeit eintretende Zusammenschnellen des Thieres bewirken; andere Muskeln lassen sich als Kaumuskeln, Sphincteren der Kloake, Constrictoren der contractilen Blase bestimmen. In der Familie der Rotiferen findet sich eine starke Hautmuskelschicht, und gerade diese Thiere bewegen sich häufig wurmartig durch abwechselnde Contractionen und Expansionen. Die Querstreifung ist zwar erst bei wenigen Arten, bei diesen aber mit aller Bestimmtheit beobachtet, so z. B. bei *Euchlanis triquetra* und *Pterodina patina*.

Das Muskelsystem der übrigen Arthropoden ist in geradem Verhältniss mit der Körpergliederung entwickelt; wir finden die Muskeln am zahlreichsten und stärksten, wo die Segmentirung am weitesten geht, verkümmert

aber, wo die Gliederung zurücktritt. Die Anordnung der verschiedenen Muskelgruppen, die Art der Befestigung, das Verhältniss der Strecker und Beuger sind in allen drei Klassen im Allgemeinen dieselben. Am genauesten ist das Muskelsystem der Insekten untersucht; man thut daher am besten, von ihm auszugehen, um die Uebereinstimmungen und Abweichungen, welche Crustaceen und Arachniden zeigen, daran zu reihen.

Von dem Muskelsystem selbst der entwickeltsten Gliederwürmer weicht schon das der Larven, welche ihnen an Form und Art der Bewegung ähneln, durch die bestimmte Sonderung einzelner Körpermuskelschichten bedeutend ab. Man unterscheidet bei ihnen, in der ganzen Länge des Körpers fast gleichmässig ausgebildet, eine Rückenschicht, eine Bauchschicht und zwei Seitenschichten, deren jede wieder aus mehreren Lagen der Länge nach und schief oder quer verlaufender Fasern besteht. Die Seitenschichten sind geringer als die Rücken- und Bauchschicht. Diese wird durch den Nervenstrang, jene durch das Rückengefäss in eine rechte und linke Hälfte zerlegt. Bei den volkommenen Insekten, wo das Abdomen an Beweglichkeit sehr verloren, haben auch die hinteren Partieen der einzelnen Muskelgruppen eine Rückbildung erlitten, wogegen sich die im Thorax befindlichen Fuss- und Flügelmuskeln ausserordentlich entwickelt haben. Jeder Flügel hat mehrere, gewöhnlich zwei Herabzieher und Heber, die, wie viele der anderen Muskeln, in sehnenartige, chitinhaltige Fortsätze des Hautskeletes übergehen. Die Muskulatur der Beine ist in der Regel so beschaffen, dass die Muskeln (gewöhnlich ein Strecker und ein Beuger) des einen Gliedes in dem nächst vorhergehenden befestigt

sind, während sie sich mit dem Gliede, welches sie bewegen, durch kurze sehnenartige Fortsätze verbinden. Die Fussmuskeln der einzelnen Ordnungen zeigen grössere Uebereinstimmung als die Flügelmuskeln. Letztere sind besonders bei den Lepidoptern, Diptern, Hymenoptern und den fliegenden Käfern stark entwickelt.

Die Krustenthiere schliessen sich zunächst den Insektenlarven an, namentlich durch bedeutende Entfaltung der Abdominalmuskeln.

Die Arachniden dagegen gleichen mehr den vollkommenen Insekten durch die starke Muskulatur des Thorax, während am Hinterleibe sich nur unter der Hautbedeckung ein sehr dünnes Muskelnetz befindet, ausserdem aber von der Rücken- und Bauchseite einzelne Muskelstränge zwischen die Eingeweide gehen. Eine Anzahl dieser Stränge heftet sich häufig an ein sehniges, auf beiden Seiten der Mittellinie liegendes Band.

Die willkürlichen Muskeln der Arthropoden zeigen allgemein Querstreifung, die sich nicht selten bei den Insekten auch an den Muskelfasern des Darmkanals findet.

4. Das Muskelsystem der Weichthiere.

Sehr deutlich sind diejenigen Muskeln der Bryozoen, welche sich frei durch die Leibeshöhle erstrecken, namentlich als Retractoren der vorderen ausstülpbaren Körpertheile.

In der Entwicklung des Muskelsystems stehen die Tunicaten gegen die übrigen Acephalen zurück, indem bei ihnen nur die unter der allgemeinen Hautbedeckung gelegene, aus Längs- und Querfasern bestehende Hautmuskelschicht besonders hervortritt. Diese erscheint bei den Salpen und einigen Species der Ascidien in einzel-

nen von einander getrennten Muskelstreifen und Ringen, bildet aber bei den meisten Ascidien einen vollständigen Schlauch. An der After- und Athemöffnung befinden sich starke Sphincteren. Bei den Bivalven lassen sich mehrere ansehnliche Muskelmassen unterscheiden, abgesehen von den vielen Muskelbündeln, welche ausserdem im ganzen Körper zerstreut sind. Hierher gehören die Schliessmuskeln, der Mantel und der Fuss. Die Schliessmuskeln bestehen aus einer grossen Anzahl paralleler Fasern, welche von einer Schale zur andern gehen und dem die Schale öffnenden elastischen Bande entgegenwirken, jedoch viel stärker. Bei der einen Abtheilung der Lamellibranchiaten *(Monomya)* findet sich nur ein Schliessmuskel, ungefähr in der oberen Mitte der Schalen, bei einer anderen *(Dimya)* zwei. Die Branchiopoden haben deren mehrere Paare; bei ihnen gehen die einzelnen Muskeln theils von einer Schale zur andern *(adductores longi, breves* und *cardinales)*, theils heften sie sich nur mit einem Ende an die Schale und begeben sich mit dem andern in den fleischigen oder sehnigen Stiel *(retractores inferiores* und *superiores)*. Ausserdem besitzen sie Armmuskeln und Mantelmuskeln, letztere nur schwach entwickelt, so dass sie keine Eindrücke auf den Schalen erzeugen.

Der aus zwei, meist nur am Rücken oder auch gar nicht *(Pecten, Spondylus)* vereinigten Seitenhälften bestehende Mantel der Bivalven ist das dem inneren Mantel der Tunicaten homologe Organ. Er ist sehr reich an Muskelfasern, namentlich an den freien Rändern und da, wo diese sich zu oft langen Athem- und Afterröhren vereinigt haben.

Sehr muskulös ist der sogenannte Fuss der Lamelli-

branchiaten. Er liegt an der Bauchseite und ist durch mehrere Sehnenstränge mit der inneren Fläche des Schalenrückens verbunden. Er verkümmert bei denjenigen Formen, welche sich vermittelst des Bartes (*byssus*) anheften. Die einzelnen Fasern dieses Byssus scheinen aus einer eigenthümlichen Umwandlung von Muskelfasern hervorzugehen.

Bei den Cephalophoren ist eine oft sehr starke, aus Längs-, Quer- und schrägen Fasern bestehende Muskelschicht mit der Hautbedeckung verbunden, die namentlich an der Bauchfläche an Dicke und Ausdehnung gewinnt und Fuss genannt wird. So bei den Gasteropoden. Metamorphosirt erscheint dieser Fuss als seitlich comprimirter Kiel Heteropoden, wiewohl auch dieser an seinem hinteren Ende wieder zu einem Saugnapf verflacht ist. Die höchste Entwicklung zeigt *Atalanta*; hier zerfällt das Organ in einen vorderen Theil, die Flosse mit dem Saugnapf, und einen hinteren, eine blattförmige Ausbreitung, welche den Fuss trägt.

Die Flossen der Pteropoden scheinen, nach Gegenbaur, unabhängig vom Fusse zu entstehen, zum Theil auf Kosten der empryonalen Wimpersegel. Das wahre Homologon des Gasteropodenfusses ist dagegen ein oft unbedeutender Anhang zwischen den beiden Flossen.

Bei den Gehäuseschnecken ist der Körper durch einen starken, in mehreren Abtheilungen vom Fuss ausgehenden Muskel an der Spindel befestigt.

Unter allen Mollusken zeichnen sich die Cephalopoden durch grössere Sonderung der einzelnen Muskeln aus, indem die Fasern sich nicht so vielfältig kreuzen, wie zumeist bei den beiden anderen Klassen, sondern

sich parallel an einander legend mehr einzelne, fleischige Muskeln bilden.

5. Das Muskelsystem der Wirbelthiere.

Die Muskulatur der Wirbelthiere ist im Ganzen ein getreuer Abdruck des Knochensystems; man findet gewöhnlich, wo bei zwei verschiedenen Thieren dieselben Knochen vorhanden sind, auch die entsprechenden, sich an diese Knochen ansetzenden Muskeln, wo eine Reduction der Knochen eingetreten, auch eine Reduction der Muskeln. Das Letztere sehen wir namentlich an den Extremitäten. Wir wollen wiederum, wie wir es bei der Betrachtung des Skeletes gethan, nicht das ganze Muskelsystem nach den Klassen durchgehen, sondern einige der hauptsächlichsten Modificationen und Abweichungen sich von selbst sondernder Muskelgruppen durch die einzelnen Klassen hindurch verfolgen.

Hautmuskeln.

Bei den Wirbelthieren findet sich das System der Hautmuskeln nirgends in der Art ausgeprägt, wie es für sehr viele Würmer und die Mollusken charakteristisch ist, dass nämlich mit der Hautbedeckung selbst, mit der *cutis* ansehnliche Muskelstraten innig verwebt sind. Vielmehr liegen hier die Hautmuskeln immer unter der Haut, mit der sie sich nur stellenweise verbinden; sie sind dünn und gehen oft, namentlich bei den Säugethieren, in grosse Aponeurosen über.

Bei den ungeschwänzten Batrachiern sind als Hautmuskeln einige Anspanner der Rückenhaut zu nennen *(pubio-dorso-cutané* und zwei *coccy-dorso-cutanés Duj.).* Die meisten Hautmuskeln unter den Amphibien

haben die Ophidier, wo sie sich theils von den Rippen nach den Schuppen begeben, theils die Bauchschuppen und Seitenschuppen unter einander verbinden, theils auch von dem vorderen zum hinteren Rande einzelner Schuppen gehen und zur Krümmung derselben dienen.

Bei den Vögeln finden sich ausgedehnte, dünne Hautmuskeln, welche die Haut contrahiren und die Federn sträuben. Namentlich bei den Wasservögeln treten an die Conturfedern je vier bis fünf kleine Muskeln, um dieselben allseitig zu bewegen. Auch die Muskeln der Flughaut *(m. m. patagii)*, langer und kurzer Spanner der vorderen Flughaut und der Spanner der hinteren Flughaut, sowie der Aufrichter der Steuerfedern am Schwanze *(m. levator rectricum)* gehören hierher.

Das Hautmuskelsystem der Säugethiere ist meist sehr entwickelt; die Hautmuskeln dienen gewöhnlich zum Runzeln und Schütteln. Sehr ausgedehnt sind sie beim Stachelschwein, noch mehr beim Igel. Letzterer besitzt einen fast vollständigen Hautmuskel-Schlauch; auf dem Rücken und Bauche ist dieser dünner, an den hinteren Extremitäten geht er in Aponeurose über, während andere Portionen sich an die vorderen Extremitäten, den Schwanz und Kopf begeben. Das Zusammenkugeln geschieht hauptsächlich durch eine Lage concentrischer Muskelbündel, die von Kopf und Nacken über die Seiten zur Kreuzgegend verlaufen und wodurch der Rückentheil des Muskels wie eine Kappe über den Körper gezogen wird.

Seitenrumpfmuskeln.

Die Seiten der Fische sind von zwei grossen Muskelmassen bedeckt, die sich hinten an den Strahlen der

Schwanzflosse, vorn am Schultergürtel und Kopf befestigen, und die namentlich am Schwanze durch ein fibröses Blatt in zwei durchaus symmetrische Hälften, einen Bauch- und einen Rückentheil zerlegt werden. In gleicher Anzahl mit den Wirbelkörpern erstrecken sich durch die Seitenmuskeln Ligamente, welche im oberen Theile des Bauchstückes und im unteren des Rückenstückes am Schwanze in einander steckende hohle Kegel oder Halbkegel bilden, deren Spitze nach vorn, deren Basis nach hinten gerichtet ist; in dem oberen Theile des Rückenstückes aber und dem unteren des Bauchstückes stellen diese *ligamenta intermuscularia* Abschnitte von Kegeln oder Kegelmänteln dar, deren Basis nach vorn und deren Spitze nach hinten gerichtet ist. In den Rumpfmuskeln, den unmittelbaren Fortsetzungen der Schwanzmuskeln, bilden die Ligamente auf Querdurchschnitten nicht mehr concentrische Ringe, d. h. sie gehören nicht mehr ganzen Kegeln an. Wegen der verschiedenen Richtungen dieser Kegel erscheinen die *ligamenta intermuscularia* äusserlich als bogen- und zickzackförmige *inscriptiones tendineae.* Trotz des schiefen Verlaufs der Ligamente ist doch die Richtung der Muskelfasern zwischen ihnen parallel mit der Axe des Fisches.

Auch viele nackte Amphibien, nämlich die Cöcilien, Perennibranchiaten, Derotreten und die Salamanderlarven verhalten sich hinsichtlich der Seitenmuskeln wie die Fische, wogegen bei den luftathmenden Wirbelthieren der untere oder Bauchtheil der *musculi laterales* verloren geht, wenigstens am Rumpfe. Am Schwanze zeigen sich die Seitenmuskeln häufig noch im ganzen Umfange, so bei vielen beschuppten Amphibien, auch Säugethieren. Der

übrig gebliebene Rückentheil am Rumpfe ist in mehrere Muskeln zerfallen, und als Aequivalent jener Lage der Fische sind also bei den höheren Thieren die *m. m. spinalis, semispinalis, multifidus, longissimus dorsi* und *sacrolumbalis* anzusehen, die sich wiederum alle oder zum Theil in den Schwanz- und Halsmuskeln wiederholen. Die Rückenmuskeln der beschuppten Amphibien haben sich noch nicht so vollständig getrennt; man kann eine innere, den *m. m. spinalis, semispinalis* und *multifidus* und eine äussere, den *m. m. sacrolumbalis* und *longissimus dorsi* entsprechende Portion unterscheiden.

Rippenheber. Interprocessual- und Intercostalmuskeln.

Bei den Fischen lassen sich diese Muskeln als eigene Systeme nicht unterscheiden; bei den übrigen Wirbelthieren richten sie sich nach dem Vorhandensein der Rippen und der Beweglichkeit der Wirbelsäule und der Rippen. So fehlt den Cheloniern das System der *levatores costarum* und der *m. m. intercostales*, welche dagegen bei den Schlangen ausserordentlich entwickelt und vervielfältigt sind. Als Analogon der Rippenheber finden sich am Halse der Vögel kleinere von den Querfortsätzen zu den Rippenrudimenten (s. oben S. 122) gehende Muskeln. Bei der Festigkeit des Rumpftheiles der Vögel sind auch die entsprechenden Interprocessualmuskeln nicht sehr entwickelt.

Zu den Intercostalmuskeln ist der *m. rectus abdominis* zu rechnen, zwischen dessen Bäuchen da, wo sonst in der Regel die *inscriptiones tendineae* sich finden, beim Krokodil die Bauchrippen liegen. Die Ausbreitung dieses, den Fischen und Cheloniern fehlenden Muskels

kann eine sehr bedeutende sein; er kann sich da, wo das Brustbein fehlt, z. B. bei den Myxinoiden, die keinen Bauchtheil des Seitenmuskels haben und ausnahmsweise unter den Fischen den *rectus* besitzen, vom After bis zum Zungenbein erstrecken und fungirt somit unmittelbar als *sternohyoideus.*

Bauchmuskeln.

Auch die Ausdehnung der übrigen eigentlichen Bauchmuskeln, nämlich der *m. m. obliqui externus* und *internus*, *transversus* und *pyramidalis* ist zum Theil eine viel grössere, als die menschliche Anatomie lehrt, indem bei den Sauriern sowohl die schiefen Bauchmuskeln als der quere theilweise die Brusthöhle überziehen. Den Fischen fehlen diese Muskeln gänzlich, mit Ausnahme der Myxinoiden, die ausser dem geraden auch einen schiefen Bauchmuskel besitzen. Der *transversus* fehlt den Ophidiern, der *pyramidalis* fast allen Amphibien.

Die Vögel stimmen ziemlich mit den Säugern überein; bei beiden ist in der Regel der *pyramidalis* nicht vorhanden. Die Beutler haben ihn jedoch ausserordentlich entwickelt.

Das Zwergfell ist, ausser bei den Säugethieren, die es vollständig besitzen, nur rudimentär vorhanden oder gar nicht. Rudimentär haben es die Chelonier. Das rudimentäre Zwergfell der Vögel, der sogenannte Lungenmuskel, ist bei den eigenthümlichen Athemvorrichtungen von grosser Wichtigkeit; es dient theils dazu, während des Flügelschlags die unter der Lunge gelegenen Luftsäcke von der Lunge abzuhalten, theils, die Oeffnungen der Luftsäcke in die Lunge mehr oder weniger zu verschliessen. Zu einer die Brust- oder Bauch-

höhle trennenden Querscheidewand wird das Zwergfell erst bei den Säugethieren. Merkwürdig sind die im Zwergfelle einiger Säugethiere, namentlich des Kameels vorkommenden Verknöcherungen.

Die Muskeln der unpaaren Flossen.

An den unpaaren Flossen der Fische hat man zweierlei Muskeln zu unterscheiden, ein oder mehrere dicht neben der Mittellinie verlaufende kleinere Paare, welche sich an die Flossenträger setzen und zum Heben und Senken der Flossen dienen, und dann eigne Muskeln für die Flossenstrahlen, welche als Seitwärts-, Vorwärts- und Rückwärtszieher wirken. Die Afterflosse wird vorzüglich von Seitwärtsziehern bewegt.

Schulter-, Becken- und Extremitätenmuskeln.

Noch weniger als die Knochen lassen sich die Muskeln der paarigen Gliedmassen der Fische auf die Muskeln derselben Gegenden bei den übrigen Klassen zurückführen. Sie beschränken sich auf einige Heber und Niederzieher, Rückwärtszieher und Strecker; kleinere, zwischen den Flossenstrahlen befindliche Muskeln nähern diese einander.

Im Uebrigen aber kehrt sowohl bei den Amphibien, abgesehen von denjenigen mit kleinen oder verkümmerten Extremitäten, als bei den Vögeln die Anordnung der Muskulatur wieder, die wir beim Säugethiere und beim Menschen finden. Was nun *a*) die Muskeln der Schultern und der vorderen Gliedmassen anbetrifft, so lässt sich Folgendes bemerken:

Die Schultermuskeln sind bei den nackten Amphibien, namentlich den geschwänzten, sehr einfach

und bestehen in einem oder mehreren Vorwärtsziehern oder Hebern und Rückwärtsziehern, als deren Antagonisten. Am einfachsten verhält sich *Proteus*, der nur einen Vorwärtszieher (zugleich Heber) und einen Rückwärtszieher besitzt. Bei den ungeschwänzten Batrachiern kommen gewöhnlich drei Vorwärtszieher und zwei Rückwärtszieher vor. Jene entsprechen den *m. m. cucullaris*, *rhomboideus* und *levator scapulae*; diese den *m. m. serratus anticus* und *pectoralis minor s. serratus anticus minor.* Bei den meisten Amphibien hat der *omohyoideus* seine Rolle getauscht; er ist nicht, wie bei den höheren Klassen, Rückwärtszieher des Zungenbeins, sondern Vorwärtszieher der Schulter.

In Bezug auf Anordnung und Zahl der Muskeln des Oberarms, Vorderarms und der Hand zeigen die Amphibien vielfache Verschiedenheiten. Am einfachsten verhält es sich wiederum mit den geschwänzten Batrachiern. Am Oberarm vollständiger Gliedmassen kann man (nach Meckel) unterscheiden einen Vorwärtszieher *(deltoideus)*. Auswärtszieher *(scapularis)*, zwei Rückwärtszieher *(pectoralis maior* und *latissimus dorsi)* und einen Einwärtszieher *(coracobrachialis)*. Der Vorderarm hat gewöhnlich mehrere Strecker und Beuger, und ebenso finden sich an der Hand Strecker und Beuger, Anzieher und Abzieher.

In der Muskulatur der Schulter gleichen die Vögel sehr den Sauriern. Einzelne Muskeln werden für den Flug von besonderer Wichtigkeit, so der *latissimus dorsi,* der den Rumpf von hinten nach vorn hebt und den Vogel während des Flugs in die horizontale Lage versetzt. Den Oberarm bewegen acht Muskeln, unter denen der *pectoralis maior* bei guten Fliegern oder auch bei den

Vögeln, welche kurze Flügel haben, sich durch seine Stärke auszeichnet; den Vorderarm neun. Ausserdem wirken auf Mittelhand und Finger nicht weniger als sechszehn Muskeln.

Bei den Säugethieren kommen von Schultermuskeln gewöhnlich vor der *cucullaris*, *levator scapulae*, der oder die *rhomboidei*, *serratus anticus maior* und *minor*, *subclavius*. Auch die Muskulatur des Oberarms ist noch ziemlich übereinstimmend, am Unterarm aber und der Hand treten namentlich bei den Hufthieren grosse Vereinfachungen ein.

Wenden wir uns nun *b*) zu den Muskeln des Beckens und der hinteren Extremitäten, so hat man bei den Amphibien auch diese ohne Schwierigkeit nach den entsprechenden der höheren Klassen benennen können. Den Vögeln fehlen von den Beugern des Oberschenkels der *psoas* und *iliacus internus*. Die Muskeln des Unterschenkels sind, mit denen der Saurier verglichen, weniger zahlreich, indem sich mehrere dort getrennte Muskeln vereinigt haben. Die Muskeln des *metatarsus* und der Zehen haben sehr lange Sehnen bei kurzen, sich hoch ansetzenden Bäuchen. Diese Sehnen sowohl, als die der Flügel haben die Neigung zum Verknöchern.

Die Muskeln am Becken und den hinteren Extremitäten der Säugethiere zeigen, wenn auch nach einem Typus geordnet, doch mannichfache Abweichungen. Diese beziehen sich, wie bei den Vordergliedmassen, namentlich auf die unteren Partien.

Gesichtsmuskeln.

Eigentliche Gesichtsmuskeln fehlen den Fischen.

Bei den Amphibien finden sich mehrere Expansoren und Constrictoren der Nasenlöcher. Auch die Vögel haben keine den Gesichts- und Lippenmuskeln des Menschen analogen Muskeln, und es schliesst sich ihnen der *Ornithorhynchus* an. Bei den meisten übrigen Säugethieren sehen wir mehrere Gesichtsmuskeln, namentlich die zur Bewegung der Lippen bestimmten. Der *buccinator* ist bei den mit Backentaschen versehenen Thieren sehr gross. Indess erreicht kein Säugethier den Menschen an Sonderung der Gesichtsmuskeln, deren mimische Wirkung bei jenen auch durch den über sie ausgebreiteten Hautmuskel geschwächt wird.

Kaumuskeln.

Die Kaumuskeln zeigen sehr allgemein denselben Plan, der aber durch die Freibeweglichkeit der Unterkieferhälften und des Oberkiefers, sowie durch die Ausdehnung und Beweglickeit des Gaumenapparates und des Unterkiefersuspensorium modificirt wird. So liegt auf den letzteren Knochen bei den Knochenfischen eine Muskelmasse, welche sich mit einer Sehne an den Oberkiefer, mit der anderen am Kronenstück des Unterkiefers ansetzt. Bei den Amphibien lassen sich zwei Kaumuskeln, ein äusserer (*masseter* und *temporalis*) und ein innerer (*pterygoidei*) unterscheiden. Als Herabzieher wirkt ein verschieden entspringender *digastricus*. Bei den Schlangen sind die Muskeln sehr vermehrt. Sie besitzen, wie die Fische, ein die Unterkieferhälften einander näherndes Muskelpaar und mehrere andere zur Bewegung des Quadratbeins und der Gaumengruppe bestimmte. Auch bei den Vögeln finden sich, ausser den den *m. m. masseter*, *temporalis*, *pterygoidei*, *digastricus*

analogen Muskeln, ein Heber und Vorwärtszieher und ein Rückwärtszieher des Flügelbeins und Quadratbeins. Die Kaumuskeln der Säugethiere gleichen denen des Menschen sehr, nur sind sie gewöhnlich bedeutender entwickelt.

Muskeln des Kiemenapparates und des Zungenbeins.

Bei dem ganz abweichenden Bau dieser Theile bei den Cyclostomen ist auch ihre Muskulatur eine völlig von dem Plane der übrigen Wirbelthiere abweichende. Wir erwähnten, dass die Cyclostomen nicht durch den Mund einathmen, sondern durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen. Desshalb sind bei ihnen die Constrictoren der Kiemenhöhle ungemein entwickelt. Indem bei den Knochenfischen das eigentliche Zungenbein von untergeordneter Bedeutung ist gegen die Kiemenbogen, sind es auch vorzüglich letztere, welche durch eine nicht geringe Anzahl theils von der Schädelbasis, theils vom Zungenbeine, theils vom Schultergürtel entspringender Muskeln nach oben, vorn, hinten und abwärts bewegt werden. Zum Kiemenapparat gehören auch die zwischen den *radii branchiostegi* befindlichen Muskeln und Heber und Senker des *operculum.*

In den drei höheren Klassen zeigen die Zungenbeinmuskeln eine grosse Uebereinstimmung, fast mit alleiniger Ausnahme der Schlangen wegen des rudimentären Zungenbeins und des Mangels von Schultergerüst und Brustbein. Die verbreitetsten sind bei den Amphibien: die *m. m. sternohyoideus*, *omohyoideus*, *myloglossus*, *genioglossus* — und die *m. m. hyoglossus* und *genioglossus* als Zungenmuskeln. Bei den Vögeln: die *m. m. mylohyoideus*, *stylohyoideus*, *geniohyoideus*, *sternohyoideus.*

Diese zeigen sich auch bei den Säugethieren sehr beständig.

Lyonnet, *Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule.* 1762. (Berühmte Darstellung der Myologie von *Cossus ligniperda.)*

J. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Erster Theil, Myologie S. 179—248. 1835.

Ant. Dujés, *Recherches sur l'Ostéologie et la Myologie des Batraciens à leurs différrens ages.* 1835.

E. d'Alton, Beschreibung des Muskelsystems eines *Python bivittatus.* Müller's Arch. 1834.

J. Prechtl, Untersuchungen über den Flug der Vögel. 1846.

II.

Die contractile Substanz, besonders der Infusorien.

Man kann sich der Anerkennung der vielfältig beobachteten Thatsache nicht entziehen, dass in der niederen Thierwelt, besonders in der Abtheilung der Infusorien, wohl auch der Polypen und Quallenpolypen, ferner der Turbellarien, an Stelle oder neben den wahren Muskeln ein specifisch anderes Bewegungselement auftritt, auf welches zuerst Dujardin in seiner *Histoire naturelle des Infusoires* aufmerksam gemacht hat, und das man entweder nach seinem Vorgange Sarcode, oder nach Ecker (ungeformte) contractile Substanz nennt.

Wir finden die Eigenschaften dieser contractilen Substanz am schärfsten ausgeprägt bei derjenigen Ab-

theilung der Infusorien, die Ehrenberg als *Pseudopodia* bezeichnet, also den Amöbäen mit den, wie sich nun unzweifelhaft ergeben, zu ihnen gehörigen Polythalamien oder Foraminiferen. Die Substanz besteht aus einer homogenen, durchsichtigen Grundmasse mit eingebetteten moleculären Körnchen und bläschenähnlichen Aushöhlungen; sie ist allseitig expansibel und contractil, d. h. kann nach beliebigen Richtungen hin Fortsätze, mitunter zu äusserster Feinheit ausgezogen, von sich strecken, und diese Fortsätze können sogar mit einander verschmelzen und ein Netzwerk bilden, das später wieder, unter Trennung der Maschen, in den übrigen Körper hineingezogen wird. Bei diesen unzweifelhaften Thatsachen muss man sich wohl auch zu der Anerkennung der, physiologisch freilich völlig räthselhaften anderen Thatsache bequemen, dass bei den so beschaffenen Organismen die Sensibilität durch eben dieselbe contractile Substanz vermittelt wird, da die Leitung durch Nervenelemente mit der ersten Thatsache unvereinbar ist.

Wie weit die contractile Substanz diese Eigenschaften bei der anderen grossen Abtheilung der Infusorien, den Enterotelen beibehalte, und welche Modificationen sie hier erleide, ist noch nicht Gegenstand speciellerer Forschung gewesen. Meine eignen Beobachtungen lehrten mich, dass bei einer grossen Reihe derselben die contractile Substanz in der Form langer schmaler Streifen oder, wenn man will, Fasern auftritt, welche parallel mit einander oft in der ganzen Länge des Thieres verlaufen. Sie sind getrennt durch kleine Thäler und Furchen, wie man am besten an den Körperrändern und bei gewissen Biegungen der Thiere bemerkt, wo die Fasern eben so viele Erhabenheiten bilden. Diese Streifen sind

so bestimmt abgegränzt, dass von einem Ineinanderfliessen nicht die Rede ist; sie bestehen aus der homogenen, hellen Grundsubstanz, in welche viele winzig kleine Körnchen eingebettet sind, und bei manchen Infusorien sind die Pigmente fast ausschliesslich in diesen Streifen enthalten, so dass die Zwischenfurchen weiss erscheinen (z. B. bei *Stentor coeruleus).* Als der Beobachtung leicht zugängliche Formen, bei denen die contractile Substanz in der beschriebenen Weise sich differenzirt hat, führen wir die Stentoren an. Sie haben zwei Streifensysteme; das eine, aus schmaleren Elementen bestehende bildet die kappen- oder deckelähnliche Vorderwand des Thieres; die anderen Streifen verlaufen von dem Rande des grossen vorderen Wimperkreises nach dem Hinterende, nicht alle aber reichen bis hierher, sondern hören auf, wie es die Verschmälerung des Körpers erfordert. Andere zahlreiche Beispiele liefern die Trachelinen und Ophryocercinen, von den Enchelien *Lacrymaria Proteus;* und darunter sind namentlich die interessant, bei denen die Streifen spiralig um den Körper gehen, wodurch sie, besonders deutlich im Zustande der Contraction, wie mit einem zarten Netze überzogen erscheinen. Es ist nichts leichter, als sich zu überzeugen, dass die Körpercontractionen nur in der Richtung dieser, in der Rindenschicht (Lachmann) liegenden Fasern oder Streifen erfolgen, dass diese Fasern eben selbst die contractilen Elemente sind, und dass eben desshalb die freiwilligen Expansionen und Contractionen sich hauptsächlich auf die Körperbedeckungen beschränken, während die innere Substanz passiv diesen Bewegungen folgt. Bei den Oxytrichinen und Euploten, auch den Kolpodeen, deren Körper wenig seine Gestalt verändert, tritt

in eben dem Masse die Faserung der Sarkode zurück, und es bleibt umfassenderen Untersuchungen vorbehalten, zu zeigen, ob die freiwillige Contractilität der Enterodelen nicht überhaupt an diese Streifenbildung gebunden ist.

Jeder Streif ist analog einer Muskelfaser; die Breite wechselt sehr; bei einer Tracheline habe ich 0,001—0,0016 Lin. gemessen; beträchtlicher ist sie bei den Stentoren. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Schnellmuskel der Vorticellen ein solches selbständiges Sarkode-Element ist. Von histiologischer Seite ist sogar nicht viel dagegen einzuwenden, ihn geradezu Muskel zu nennen.

Die histiologischen Untersuchungen sind noch nicht so weit gediehen, dass über die Verbreitung der contractilen Substanz in der übrigen niederen Thierwelt hier speciellere Angaben gemacht werden könnten.

Der Angabe Ecker's, dass der Körper der *Hydra* ganz aus ungeformter contractiler Substanz bestehe, ist Leydig (*Müll. Arch.* 1854. *S.* 270. *ff.*) ganz entschieden entgegengetreten, welcher darin vielmehr mit einander verschmolzene Zellen mit contractilem Inhalte erblickt, Muskelzellen in Blasenform. Auch bezüglich der Räderthiere, deren contractile Elemente Sarcode sein sollen, bleibt es bei den ersten Angaben Ehrenberg's, dass diese Thiere wirkliche Muskeln besitzen.

III.

Die Flimmerorgane.

Obgleich der Flimmerorgane gelegentlich schon Erwähnung gethan und auch in der Folge auf sie aufmerk-

sam zu machen ist, wollen wir doch an dieser Stelle einiges Allgemeine über ihr Vorkommen und ihre Bedeutung mittheilen.

Die gewöhnlichste Form der Flimmerorgane ist die feiner Härchen, welche da, wo sie dicht gedrängt eine Fläche bekleiden, in der Gesammtheit ihrer schwingenden Bewegungen keine bestimmte Regelmässigkeit und Abhängigkeit der Aufeinanderfolge erkennen zu lassen pflegen; da aber, wo sie in einfachen Reihen, Kreisen und Curven gestellt sind, nicht selten auch in ordentlicher Reihenfolge wirken.

Auf eine zweite Form ist man erst in neuerer Zeit recht aufmerksam geworden*), die der undulirenden Membranen. Hierher sind unter andern die Flimmerläppchen in den Wassergefässen der Turbellarien und vieler Trematoden zu rechnen. Das auffallendste Beispiel aber einer undulirenden Membran geben die Samenfädnn verschiedener nackter Amphibien (Triton, Salamander, Unke), welche fast ihrer ganzen Länge nach mit einem zarten wellenförmig schwingenden Hautsaume besetzt sind. Die Bewegungen dieses Hautsaumes sind unabhängig von denen des Samenfadens; Flimmerorgan am Flimmerorgan.

Die Flimmerorgane sind als Bewegungswerkzeuge im weitesten Sinne anzusehen; sie sind ungemein verbreitet und für fast alle Functionen des thierischen Lebens, wie es scheint, von der grössten Wichtigkeit. Es

---

*) Vergl. J. N. Czermak, Ueber die Samenfäden der Salamander und Tritonen i. d. Uebersicht der Arbeiten der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1848. Breslau, und in Zeitschrift f. wissensch. Zool. II. Bd. 4. Hft. 1850.

Und Prof. v. Siebold, Ueber undulirende Membranen — ebendaselbst.

ist schwer, eine Gränze zu ziehen zwischen den der Willkür entzogenen und in keiner Abhängigkeit vom Nervensystem stehenden Flimmerorganen und den von dem Thiere beliebig in Thätigkeit oder Ruhe zu setzenden. Die letzteren pflegen äusserlich zu sein und zeichnen sich dann gewöhnlich von anderen äusseren, der Willkür entzogenen Flimmerorganen durch ihre Grösse aus, wie wir bei Infusionsthieren, bei den Räderorganen der Räderthiere, den einfachen, die Tentakeln vieler Polypen umgebenden Wimpersäumen und an den häufig auffallend langen Wimpern sehen, mit denen namentlich die Embryonen von Weichthieren versehen sind. Die willkürlichen Wimpern dienen in diesen Fällen theils zur Locomotion, theils zur Herbeiführung von Nahrung; ein secundärer Zweck scheint die Wasserventilation behufs der Athmung zu sein. Aber auch die unwillkürlich thätigen Flimmern können zu Locomotionsorganen verwendet sein, wovon die Infusionsthiere und die ganze Klasse der Strudelwürmer Beispiele geben.

Auch ausser dem Nutzen, den sie durch Herbeischaffung der Nahrung leisten, stehen sie mit dem Ernährungssystem im engsten Zusammenhange. Ist ihr Zweck auch weniger erklärlich, wenn wir auf der Schleimhaut der Mundhöhle, des Schlundes und der Speiseröhre der Reptilien Flimmerbewegung finden, so leuchtet derselbe doch sogleich ein, wenn bei *Branchiostoma lubricum* und einer grossen Anzahl wirbelloser Thiere, namentlich Würmern der Darmkanal ganz oder streckenweise mit Flimmerepithelium ausgekleidet ist; es ersetzt einmal die Mund- und Schlundbewegungen, indem es die Nahrung in den Magen oder die dem Magen entsprechende Stelle bringt, dann die peristaltischen zur Bereitung des

Chymus und Weiterbeförderung des Darminhaltes nöthigen Bewegungen. Ob Flimmerorgane an der inneren Wand eigentlicher Blutgefässe vorkommen, ist insofern zweifelhaft, als in den Fällen, wo man diess angenommen (namentlich bei Helminthen), über die Natur dieser Gefässe selbst noch nicht mit aller Sicherheit entschieden ist. Dagegen sind sie eine fast unveräusserliche Beigabe der Respirationsorgane, sowohl der Kiemen (sie sind nicht vorhanden auf den Fischkiemen und denen der Cephalopoden), als der Lungen und der inneren, bei den wirbellosen Thieren sehr verbreiteten Wassergefässe, denen eigne Muskelstraten abgehen, und in denen sie für fortwährenden Wasserwechsel sorgen.

Auch der Zweck des Vorkommens der Flimmern in den Fortpflanzungsorganen liegt meist vor Augen, indem sie die Generationsstoffe leiten und einander zuführen.

Dass der Mangel von Flimmerorganen für die Crustaceen, Arachniden und Insekten charakteristisch zu sein scheint, ist in der Einleitung angeführt.

Dritter Abschnitt.

Die Organe der Ernährung.

Diejenigen Organe, welche die Nahrungsmittel aufnehmen und dieselben bis nach der Ausscheidung der zur Ernährung tauglichen Stoffe beherbergen, begreifen wir unter dem Namen des Verdauungsapparates. Wir verstehen also darunter nur den eigentlichen *tubus alimentarius* von der Mundöffnung bis zur Afteröffnung (wenn solche vorhanden) mit den zur Ergreifung und Zerkleinerung der Speisen dienenden Hülfsorganen, namentlich auch den Zähnen und zahnartigen Gebilden. In einem zweiten Kapitel haben wir diejenigen Hülfsorgane zu betrachten, welche, häufig nur in Form dünnerer oder stärkerer, eng mit den Darmwandungen verbundener Zellenschichten, gewöhnlich aber als eigenthümliche, für sich bestehende Drüsen diejenigen Säfte absondern, die die Verdauung einleiten und, ausser den zum Verdauungsprocess nöthigen, von den inneren Darmwänden secernirten Säften (Magen-, Darmsaft), befördern, Speicheldrüsen, Leber, Pankreas, Milz (?). Wir müssen drittens die Wege vergleichen, auf denen der zur Ernährung der verschiedenen Körpertheile dienende Saft,

welcher die durch die Verdauung den Speisen entzogenen Nahrungstheilchen enthält, im Körper umhergeführt wird, das Gefässsystem. Ein viertes Kapitel wird uns diejenigen Apparate vorführen, durch welche der Nahrungssaft oder das Blut in Berührung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft gebracht wird, um gewisse zum Leben nothwendige chemische Veränderungen zu erleiden, das sind die Respirationsorgane. Sehr viele Thiere sind ferner mit eigenen Organen versehen zur Entfernung überflüssiger, fremder oder schädlicher Stoffe aus dem Blute, mit Harnorganen, die uns im fünften Kapitel beschäftigen. Endlich handeln wir in diesem Abschnitte eine Reihe von absondernden Organen ab, die sich zwar nicht unmittelbar auf die Ernährung beziehen, meist aber für die Oekonomie des Individuum von Wichtigkeit sind und nichts mit der Fortpflanzung zu schaffen haben. Wir begreifen sie unter dem Namen der besonderen Absonderungsorgane (Giftdrüsen, Spinngefässe, Tintenbeutel der Cephalopoden u. a.).

Erstes Kapitel.

Der Verdauungapparat.

1. Der Verdauungsapparat der Strahlthiere.

Bei den Polypen findet sich nur eine, gleich hinter der Mundöffnung (nur *Edwardsia* hat einen *oesophagus)* beginnende und sich meist weit in den Körper erstrekkende Magenhöhle, aus welcher die unverdaulichen Speisetheile wieder durch den Mund entfernt werden. Die Wände dieses Magens sind nur am oberen Ende mit den Körperwandungen verwachsen, und so entsteht um den Magen herum und hinter demselben eine zweite Höhle, gewöhnlich Leibeshöhle genannt, in welche sich der Magen zum Einlass von Wasser und zum Hinauslassen desselben und der Geschlechtsproducte u. s. w. öffnet.

Auch die meisten Quallen haben einen centralen Magen, häufig, namentlich bei den Medusiden, mit strahlenförmigen Aussackungen oder kanalartigen Fortsätzen. Mitunter *(Rhizostomidae)* finden sich statt einer Mundöffnung viele feine Kanäle in den Fangarmen, welche einzeln nach aussen münden und die flüssige Nahrung in die mittlere Höhlung führen. Die sogenannten Saugröhren, welche die Siphonophoren oft in grosser Menge an dem sogenannten Reproductionkanale besitzen, sind einzelne Individuen, indem diese Siphonophoren nicht als

Einzelthiere, sondern wie die Polypenstöcke als Thiercolonieen betrachtet werden müssen. Vgl. S. 23.

Der Darmkanal der Echinodermen zeigt eine sehr verschiedenartige Anordnung. Die Mundöffnung ist fast immer central, die Afteröffnung bald dem Munde entgegengesetzt (Echinoiden, Asteroiden, Holothurien), bald am Rande der Schale oder in dessen Nähe an der Unterseite (Spatangen, Clypeastriden), bald ganz in der Nähe des Mundes (Crinoiden). Manchen Asteroiden fehlt die Afteröffnung. Mit Tentakeln, als Hülfsorganen, wie sie die Polypen und Quallen haben, sind namentlich die Holothurien versehen.

Bei den Asteroiden ist die Mundöffnung von zahnartigen, papillenförmigen Fortsätzen des Hautskeletes umgeben. Einen sehr complicirten Zahn- und Kauapparat haben die Echinoiden und Clypeastriden. Bei den Echinoiden findet sich dieser, die sogenannte Laterne des Aristoteles, als ein aus fünf dreiseitigen Pyramiden bestehendes Kalkgerüst, deren jede einen Schmelzzahn enthält. Die Spitzen der Zähne bilden die Spitze des aus jenen fünf Pyramiden zusammengesetzten Kegels und ragen aus der Mundöffnung hervor. Andere kleine Kalkstäbe befinden sich in der dem Rücken zugekehrten Basis des Gerüstes. Die zur Befestigung und Bewegung dieses Kauapparates bestimmten Muskeln, welche sich theils an der Spitze, theils an der Basis des Kegels inseriren und als Antagonisten wirken, sind sehr zahlreich.

Als das Analogon der fünf sogenannten *radialia* oder *falces* und der zehn *interradialia* an der Laterne ist der Knochenring am Schlunde der Holothurien anzusehen. Die übrigen Theile der Laterne sind den Echinen eigenthümlich.

Die Ausdehnung des durch eine Art zarten Gekröses an den Körperwänden befestigten Darmkanales ist sehr wechselnd. Am einfachsten verhalten sich die Asteroiden und Ophiuriden, bei denen man in der Hauptsache nur eine, bei den mit After versehenen Seesternen eingeschnürte Verdauungshöhle bemerkt. Aus der oberen Abtheilung führt ein kurzer Mastdarm zum After. Bei den übrigen Echinodermen findet sich hinter dem Oesophagus ein mehr oder weniger gewundener, in ziemlich gleicher Weise verlaufender Darm.

2. Der Verdauungsapparat der Würmer.

Infusorien. Bei den Polythalamien und den ihnen verwandten Rhizopoden, deren Sarcodesubstanz, wie es scheint, die zur Nahrung geeigneten Gegenstände umfliesst und, unter Ausstossung der unverdaulichen Theile sich aneignet, kann natürlich von einem Verdauungsapparate nicht die Rede sein.

Für diejenigen Infusorien, denen Ehrenberg einen Darm nebst vielen Mägen zuschrieb *(Enterodela)*, gilt aber Folgendes. Bei den meisten, namentlich den Vorticellinen, Paramäcien u. a., überzeugt man sich durch Fütterungsversuche leicht, dass eine oft weit in den Leib hineinragende Speiseröhre vorhanden ist, von deren Grunde die sich ansammelnden, gewöhnlich mit einer Wasserschichte umgebenen Speiseballen mit einem Ruck tiefer in den Körper hineingleiten. Vielfache Beobachtungen machen es so ziemlich gewiss, dass ein bestimmter, wenn auch mit undeutlichen Wandungen versehener Darm oder Magen vorhanden, der allerdings bei vielen Species ausserordentlich dehnbar ist. Einer der neuesten Beobachter, Lachmann, ist zu der am frühesten von

Meyen ausgesprochenen Ueberzeugung gelangt, dass die Infusorien eine grosse verdauende Höhle besitzen, umgeben von einer festeren Parenchym- (Rinden-)Schicht, in welcher letzteren die contractilen Blasen und der Nucleus liegen.

Der Verdauungskanal der eigentlichen Würmer ist so grossen Verschiedenheiten unterworfen, wie wir sie kaum in ähnlicher Weise in anderen Abtheilungen des Thierreichs wieder finden. Die Veränderungen beziehen sich nicht nur auf die einzelnen Klassen des Wurmtypus, sie erstrecken sich als ganz wesentlich bis in die Familien hinein. Der Mund ist bald mit Kauwerkzeugen versehen, bald nicht; ein After ist meist vorhanden, fehlt aber auch oft; der Darmkanal verläuft bald geradlinig, ohne magenartige Ausbuchtungen und Blindsäcke, bald ist er mehr oder minder gablig und baumartig verzweigt, mit Magen-Abtheilungen und zahlreichen Blindsäcken; kurz, alle Modificationen, denen wir sonst begegnen, finden sich in der einen Abtheilung der Würmer realisirt.

Strudelwürmer. Bei den Strudelwürmern zeigen zwei Ordnungen so bestimmt von einander abweichende Formen des Verdauungskanales, dass man sie danach hat benennen können, die Rhabdocölen und Dendrocölen. In beiden findet sich gewöhnlich ein seiner Lage nach ungemein variirender, muskulöser Schlundkopf, der bei den Dendrocölen sehr exsertil ist und in einen dendritisch verzweigten Darmkanal ohne After führt, bei den Rhabdocölen durch eine gewöhnlich kurze Speiseröhre in eine oft sehr kurze, immer unverzweigte, blindsacklose Magenhöhle. Diese ist nur in der Gruppe der *Microstomeae* zu einem längeren Darme mit Afteröffnung ausgezogen, während man an dem Verdauungskanal

der ganz abweichenden Gattung *Dinophilus m.* einen Schlundkopf mit einem zungenähnlichen Organe, Vormagen, Magen, eine grosse Ausbuchtung hinter dem Magen und einen kurzen geraden, durch einen Sphinkter verschliessbaren Mastdarm, der sich auf dem Hintertheile des Rückens öffnet, unterscheiden kann. Saugnäpfe, gleich denen der schmarotzenden Platyelmia, kommen nicht vor. Früher wurde es fälschlich angenommen. Nur die Prostomeen besitzen am Vorderende einen kurzen, exsertilen Fangrüssel, als Analogon des Rüssels der Nemertinen, während ihr eigentlicher Schlundkopf, früher für einen Saugnapf gehalten, am Bauche liegt. Der Darmkanal der dritten Ordnung, der Nemertinen, ist gleichfalls ohne Verzweigungen. Er verläuft, dem Körperparenchym innig verbunden, in gerader Richtung, die Mundöffnung ist gewöhnlich etwas hinter dem Vorderende, die Afteröffnung am Hinterende. Ueber oder neben dem Darmkanal liegt in einer eigenen Höhle ein langer Rüssel, dessen vorderer Theil wie ein Handschuhfinger ein- und hervorgestülpt werden kann, bis ein kalkiges, zum Verwunden der Beute dienendes Stilet zum Vorschein kommt. Der auf das Stilet folgende darmähnliche Theil des Rüssels flottirt entweder mit dem hinteren Ende frei in der geräumigen Rüsselhöhle oder ist an der Wand derselben befestigt.

Eingeweidewürmer. Bei vielen Eingeweidewürmern, den Cestoden und Acanthocephalen findet sich kein durch äussere Oeffnungen zur unmittelbaren Aufnahme von Nahrungsmitteln geeigneter Verdauungsapparat; vielmehr scheinen diese Schmarotzer die von ihren Wohnthieren schon vorbereiteten, bildungs-

fähigen Nahrungsflüssigkeiten durch ihre ganze Körperoberfläche aufzusaugen.

Die Trematoden schliessen sich in vieler Hinsicht an die Turbellarien an. Auch bei ihnen ist in der Regel keine Afteröffnung vorhanden. Bei den meisten liegt die Mundöffnung im Grunde eines Saugnapfes; sie führt gewöhnlich in eine kurze, zum Theil von einem musculösen Schlundkopfe umgebene Schlundröhre, von welcher gabelförmig zwei blinde Därme ausgehen, die sich zuweilen (bei mehreren Arten von *Monostomum*, bei *Tristomum coccineum)* hinten wieder vereinigen. Noch einfacher verhalten sich einige Trematoden (*Aspidogaster*) mit einem einzigen Blinddarm, während andre (*Polystomum integerrimum)* durch die von den beiden Hauptstämmen des Darmkanals ausgehenden verzweigten Blindsäcke sich den Dendrocölen nähern. Am weitesten ist diese Verzweigung bei *Distomum hepaticum* gegangen.

Bei den Nematoden verläuft der Verdauungskanal von der terminalen Mundöffnung in gerader Richtung nach der in der Nähe der Schwanzspitze sich befindenden Afteröffnung. Zahnartige, hornige Gebilde sind nicht häufig, sehr gewöhnlich aber liegt hinter der Mundöffnung ein aus drei longitudinalen Muskelstreifen zusammengesetzter starker Schlund, mit einer kolbigen Anschwellung, dem Schlundkopfe. Die hinter dem Schlunde liegende Abtheilung des Darmkanales ist von ziemlich gleichem Kaliber, mit sehr starken Wänden versehen, und endigt mit einem kurzen, durch einen Sphinkter geschlossenen Mastdarm. Der Darmkanal wird durch die ihn dicht umwickelnden Samengefässe, Eier- und Dotterstöcke in seiner Lage erhalten.

Die Gordiaceen besitzen statt des mangelnden

Darmkanales einen zelligen Körper, der bei *Gordius* alle andern Eingeweide umschliesst, bei *Mermis* noch ein freies Lumen enthält, bei *Gordius* nicht, bei letzterem mit Mund und kurzem Schlund zusammenhängt, während bei *Mermis* ein Leitungsapparat zwischen Mund und Zellenkörper sich einschiebt (Meissner).

Ringelwürmer. Mund und After der Ringelwürmer liegen an den beiden entsprechenden Körperenden oder in der Nähe derselben. Nur die Afteröffnung von *Sipunculus* ist dem Vorderende nahe gerückt, indem der Darmkanal aus dem Hinterleibe sich wieder nach vorn wendet. Im Uebrigen sind die Verschiedenheiten so zahlreich, dass sich etwas Allgemeines nicht sagen lässt. Die so abweichende Lebensweise der Thiere von den in der Erde und in Röhren verborgenen Abranchiaten und Capitibranchiaten bis zu den frei beweglichen räuberischen Fühlerwürmern erfordert bald nur die Hülfe fleischiger Lippen und wimpernder, die Mundöffnung umgebender Kiemen, bald starke, den Kiefern der Arthropoden gleichende Angriffswaffen und Kauwerkzeuge; und eben so wenig lässt sich eine Norm für den bald gleichmässig verlaufenden, bald mit zahlreichen Blindsäcken versehenen Darmkanal angeben.

Wenn auch, wie eben gesagt, die Kiefern vieler Ringelwürmer den gleichnamigen Mundtheilen der kauenden Arthropoden gleichen und wie diese zangenähnlich und von den Seiten gegen einander bewegt werden, sind sie doch morphologisch völlig verschieden. Die Mundtheile der Arthropoden entwickeln sich als äussere Körperanhänge, als Kopfgliedmassen; als solche sind aber die harten Mundtheile der Würmer nie zu betrachten, sie sind Gebilde der inneren schleimhautähnlichen Schicht des

vorderen Theiles des Darmkanals. Sie liegen deshalb auch im Zustande der Ruhe meist von der Mundöffnung zurückgezogen und werden erst beim Fressen mit dem Schlunde hervorgestülpt.

Die Mundöffnung der Hirudineen befindet sich, wie bei den Trematoden, im Grunde eines Saugnapfes. Die meisten Arten sind mit hornigen Kiefern ausgestattet, die bei *Sanguisuga* und *Haemopis*, drei an der Zahl, auf eben so vielen muskulösen Kieferwülsten befestigt sind, die Gestalt einer bogigen Schrotsäge haben und die bekannte dreistrahlige Wunde zurücklassen. Der Darmkanal ist nur selten (*Nephelis*) einfach schlauchartig, gewöhnlich zeigt er mehrere paarige Ausbuchtungen, kürzere oder längere, einfache oder verästelte Blindsäcke, jedoch, mit Ausnahme von *Clepsine*, nur bis zu einer gewissen Stelle, wo sich durch eine Art von Klappe die vordere, eigentlich verdauende Darmabtheilung von dem ausführenden Mastdarm scheidet. Dieser öffnet sich oberhalb des hinteren Saugnapfes.

Die Regenwürmer und Naiden sind mit lippenartigen, durch die Verlängerung des oder der ersten Körpersegmente entstandenen Wülsten versehen; auch kommt bei den Naiden (*Nais proboscidea*) ein merkwürdiges, zungenförmiges Hülfsorgan vor, bestehend aus zwei dicht neben einander liegenden fleischigen Streifen, das im Zustande der Ruhe ziemlich weit von der Mundöffnung zurückgezogen ist. Will das Thier Nahrung aufnehmen, so erweitert sich die Mundspalte zu einem Kreise, stülpt sich aus und die Zunge schöpft ein, wobei ihr aber der ganze Lippenkreis des Mundes, indem er sich wieder zuthut, behülflich ist. Bei der räuberischen Gattung *Chaetogaster* ist der Mund und Schlundkopf

mit zahlreichen Muskelpapillen besetzt. Nicht alle Gattungen der genannten Familien besitzen hinter dem gewöhnlich engen Schlunde einen muskulösen Magen, wie er z. B. bei *Lumbricus* und mehreren Naiden vorhanden. Bei den meisten hat der Darmkanal mehrere Einschnürungen. Vom Darmkanal der *Nais elinguis* ist der des merkwürdigen Schwanzkiemers *Amphicora Sabella* kaum zu unterscheiden.

Von den übrigen Kiemenwürmern haben die Kopfkiemer einen einfachen Schlund ohne Bewaffnung, die Rückenkiemer dagegen besitzen gewöhnlich eine ausstülpbare Schlundröhre, welche häufig (*Nereis*, *Polynoe*, *Aphrodite*, *Eunice* u. a.) mit hakig gekrümmten und gezähnelten Kiefern versehen ist. Der Darmkanal hat weniger häufig einen geraden Verlauf (z. B. *Arenicola*), gewöhnlich ist er durch Biegungen oder Spiralwindungen bedeutend verlängert. Durch Einschnürungen lassen sich namentlich bei den Capitibranchiaten bestimmte Abtheilungen als Magen, Dünndarm, Dickdarm unterscheiden, weniger bei den Dorsibranchiaten. Ueber die blindsackartigen (drüsigen) Anhänge im folgenden Kapitel.

Der bei den Glattwürmern sehr eng mit den Körperwandungen verbundene Darmkanal flottirt bei den Borstenwürmern entweder frei in der geräumigen Leibeshöhle (Capitibranchiaten) oder wird durch zwerchfellartige, ihn einschnürende Querscheidewände in bestimmter Lage zu den Körperwandungen erhalten.

3. Der Verdauungsapparat der Arthropoden.

Räderthiere. Abgesehen von den wenigen, bis jetzt beobachteten männlichen Räderthieren, welche keine Spur eines Nahrungskanals haben, und von wenigen

Formen, denen Darm und After fehlen (*Notommata anglica, Notommata myrmeleo, Not. Sieboldii.* Nach Dalrymple und Leydig), ist der Bau der Verdauungsorgane in dieser Klasse sehr gleichbleibend. Die von einem oder mehreren Wimperkreisen oder Wimperhaufen umgebene, oft eingekerbte Mundöffnung führt in eine oft sehr geräumige Mundhöhle, an deren Ende ein sehr muskulöser Schlundkopf mit zwei ein- oder mehrzahnigen, nach Gattung und Species charakteristischen Kiefern sich befindet. Der nur selten längere (*Diglena, Synchaeta* u. a.), gewöhnlich kürzere Schlund geht in einen in der Regel schlauchförmigen Magen über oder auch wohl direct in den Darm, welcher gemeinschaftlich mit der contractilen Blase in eine Kloake am Rükken ausmündet, kurz vor dem Schwanze.

Die Mundtheile der eigentlichen Arthropoden sind oben in der vergleichenden Hautskelet-Lehre abgehandelt. Ueber ihren Darmkanal ist Folgendes das Allgemeinere.

Der Darmkanal.

Crustaceen. Der Darmkanal fast aller Crustaceen verläuft ziemlich geradlinig, oder macht nur geringe Biegungen und ist auch gewöhnlich ohne blindsackartige Anhänge. Die Aftermündung, die sich gewöhnlich am Schwanzende befindet, ist ausnahmsweise bei den Cirripedien, wegen des abweichenden Schalenbaues, am Ende einer langen, aus der Schale hervorgestreckten Röhre. Unter den verschiedenen, die Darmwandungen ausmachenden Schichten zeichnet sich die innere mehr wie bei den Arachniden und Insekten durch ihren Chitingehalt aus,

namentlich an den Enden. Sie nimmt an dem Häutungsprocesse Theil.

Am einfachsten, röhrenförmig, ist der Darmkanal bei mehreren Ordnungen der Entomostraceen, den Parasiten, Phyllopoden, auch einigen Lophyropoden *(Cyclops)*, während er bei anderen Lophyropoden *(Daphnia)* von der mitunter gespaltenen Speiseröhre nach vorn und oben steigt und sich dann nach hinten umbiegt. Bei den meisten übrigen Crustaceen folgt auf einen engeren geraden Oesophagus ein Magen, dessen Epithelium sich gewöhnlich durch Haar- und Borstenbildung, sowie durch die Bildung von knorpeligen und hornigen Leisten und Zähnen auszeichnet. Am meisten ist diess bei den Decapoden der Fall, deren hinter der Stirn liegender Magen in einen vorderen blasenförmigen und einen hinteren, in den Pylorus übergehenden, pyramidenförmigen Theil zerfällt. In diesem hinteren Theile befindet sich ein sehr eigenthümliches Gerüst, an dem sich mehrere Platten und Balken, ein mittlerer, unpaariger, zweizinkiger Zahn, der in das Innere der Magenhöhle von oben hineinragt, und zwei seitliche Zahnleisten unterscheiden lassen. Obgleich das Gerüst durch einige von Aussen sich an dasselbe setzende Muskeln bewegt werden kann, scheint es doch nicht zum eigentlichen Kauen benutzt werden zu können. Zur Zeit des Schalenwechsels (Juli, August) wechselt auch das Gerüst. Während von der äusseren Schleimhaut des Magens über dem alten Gerüst das neue ausgeschieden wird, wird jenes theilweise aufgelöst und fällt zusammen.

Spinnen. Der Darmkanal der Taranteln und Scorpione ist eine einfache, ungefähr gleich weite Röhre und unterscheidet sich dadurch von dem Darmka-

nal der übrigen Arachniden, bei denen er bald (Tardigraden) weit und unregelmässig eingeschnürt ist, bald regelmässige, magenartige Erweiterungen und kurze und lange Blindsäcke zeigt und gewöhnlich in einen kurzen verengerten Mastdarm übergeht. Durch ungewöhnlich lange Blindsäcke sind die Pycnogoniden und *Galeodes* ausgezeichnet, wo sie sich bis in die Kieferhöhlen, Taster und Beine erstrecken. Der im Cephalothorax der Araneen befindliche Magen ist ringförmig, und durch seine Oeffnung tritt vom Rücken ein mit dem, diesen Spinnen eigenthümlichen Saugapparate sich verbindender Muskel.

Insekten. Am Verdauungskanal der Insekten, dessen Wände im Allgemeinen aus drei Schichten, einer äusseren Peritoneal-, einer mittleren Muskel- und einer inneren, homogenen Epithelialschicht bestehen, lassen sich meist verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die verschiedenen Functionen vorstehen und nach der Art der Nahrungsmittel sich mehr oder minder entfaltet haben. Gewöhnlich ist der Darmkanal der pflanzenfressenden Insekten zusammengesetzter als der von animalischen, einer geringeren Assimilation bedürftigen Stoffen lebenden. Der längere oder kürzere Schlund, der mit der Gefrässigkeit in gleichem Verhältnisse zu stehen pflegt, führt in der Regel in einen Kropf *(ingluvies)*, hinter welchem sich häufig, namentlich bei den Coleoptern und Neuroptern ein an der Innenfläche mit borsten- und leistenartigen Erhabenheiten besetzter Kaumagen *(proventriculus)* befindet. Bei den saugenden Insekten sehen wir statt der genannten Erweiterungen mit dem Oesophagus einen blasenförmigen, gestielten, dünnwandigen Saugmagen zusammenhängen. Die folgende Abtheilung, der eigentliche Magen, Chylusmagen *(ventriculus)*, ist die wichtig-

ste, indem hier vorzugsweise die Verdauung vor sich geht. Dieser Chylus bereitende Abschnitt entspricht also nicht nur dem Magen, sondern zugleich auch dem Dünndarm der höheren Wirbelthiere, und diejenige Abtheilung des Darmkanals der Insekten, welche Dünndarm genannt wird, hat mit der Verdauung wenig oder nichts zu thun. Sie beginnt am Pylorus des *ventriculus*, wo die sogenannten Malphighischen Gefässe münden. In dem weiteren Verlaufe unterscheidet man einen Dickdarm und den gewöhnlich kurzen Mastdarm.

Am wenigsten entwickelt ist dieser Verdauungskanal bei den Imagines derjenigen Insekten, welche wenige oder keine Nahrung zu sich nehmen, z. B. den Ephemeriden.

Bei den Larven der Insekten mit unvollkommener Verwandlung und der Coleoptern weicht der Darmkanal weniger von dem des vollkommenen Insektes ab als bei den Larven der übrigen Insekten mit vollkommener Verwandlung. Bei letzteren ist an dem geraden Darmkanale namentlich der Chylusmagen ausgedehnt.

4. Der Verdauungsapparat der Mollusken.

Moosthiere. Gerade durch die Beschaffenheit ihres Darmkanals schliessen sich die Bryozoen näher an die Tunicaten an, während sie sich darin von den Polypen sehr weit entfernen. Man unterscheidet an ihrem *tractus alimentarius* einen muskulösen Schlundkopf, Speiseröhre, Kropf oder Vormagen, Magen, Dünn- und Dickdarm. Der Darmkanal hängt in die Leibeshöhle hinein und macht in der Magengegend eine Biegung nach oben unter spitzem Winkel, so dass, wie bei den

Ascidien, die Afteröffnung sich in der Nähe der vorderen Oeffnung befindet.

Acephalen. Die Mundöffnung der Acephalen liegt gewöhnlich sehr verborgen, und die fein zertheilten Nahrungsstoffe werden ihr durch Flimmerbewegung zugeführt. Die Mundhöhle ist nie mit Kauwerkzeugen versehen, und der mit oder ohne eine wenig ausgezeichnete Magenerweiterung verlaufende Darm mündet in der Regel in die Leibes- oder Mantelhöhle, von wo die Excremente wiederum durch Flimmerung nach aussen geschafft werden.

Der in einen Knäuel gewundene Verdauungskanal der Salpen bildet den durch seine Färbung hervorstechenden sogenannten *nucleus*. Ein Paar Falten in der Bauchwand der Kiemenhöhle bilden eine Rinne bis zu der von Lippen umgebenen Mundöffnung, welche unmittelbar in den Darmkanal führt. Dieser ist ohne Magen und öffnet sich nicht weit vom Munde wieder in die Kiemenhöhle. Auch bei den meisten Ascidien findet sich in der grossen Respirationshöhle, in deren Grunde die Mundöffnung liegt, eine ähnliche Rinne. Auf einen kurzen, weiten Schlund folgt ein, starke Längsfalten zeigender Magen. Der Darm ragt hinter dem Magen etwas in die Leibeshöhle hinab, biegt dann wieder nach oben, und die, wie die Athemöffnung, mit Tentakeln umgebene Afteröffnung liegt in der Nähe von jener.

Die nach unten gekehrte Mundöffnung der Brachiopoden befindet sich zwischen den Armen und besitzt eine dickere Ober- oder Vorderlippe und eine dünnere, aber breitere Unterlippe. Der Schlund ist kurz. Nur bei *Terebratula* ist hinter einem längeren Oesophagus ein Magen, den man sonst an dem gewöhnlich kürzeren, in

die Mantelhöhle mündenden und von einem sehr zarten venösen Sinus umgebenen Darmkanale nicht unterscheiden kann. Mitunter fehlt die Aftermündung.

Der sehr entwickelte Verdauungskanal der Lamellibranchiaten bildet mit den übrigen Eingeweiden des Abdomens ein schwer zu trennendes Convolut. Die Mundöffnung liegt tief in der Mantelhöhle, umgeben von zwei Paar lappenartigen Tentakeln. Eine Speiseröhre ist entweder gar nicht vorhanden oder nur sehr kurz, der Magen ziemlich gross. Der aus diesem hervorgehende Darm macht gewöhnlich einige Windungen und erscheint als Mastdarm an der Rückenseite des Abdomens in der Schlossgegend, wo er das Herz durchbohrt. Nach einem kurzen Verlauf mündet dieser mit einem mit zahlreichen Gefühlspapillen besetzten Anus. Bei nicht wenigen Blattkiemern (*Cardium*, *Venus*, *Solen* u. a.) entspringt hinter dem Magen ein Blinddarm, welcher einen durchsichtigen, an beiden Enden zugespitzten Cylinder enthält, den sogenannten Krystallstiel. Derselbe liegt bei den Najaden, denen der Blindsack fehlt, in dem Anfangsstück des Darmes, gewöhnlich mit dem oberen Ende bis in den Magen ragend. An feinen Querschnitten sieht man eine äusserst zarte concentrische Schichtung, wie Jahresringe. Durchsetzt ist der Stiel von einem, oft bis zum Verschwinden feinen, an den Enden jedoch weiteren Kanale mit Darmcontentis, Bacillarien, Räderthieren u. s. f., die auch zwischen den Schichten anzutreffen. Das ganze, bisher räthselhafte Product scheint uns demnach nichts Anderes zu sein, als ein zur Umhüllung des Gefressenen dienendes Darmsecret, wodurch die Contenten aufgelöst werden.

Cephalophoren. Die Mundöffnung der Cephalo-

phoren ist von wulstigen, fleischigen Lippen umgeben, welche häufig, namentlich bei den Kammkiemern, in einen langen, ein- und ausstülpbaren Rüssel verwandelt sind. Die Mundhöhle, deren dicke Wandungen einen sehr muskulösen Schlundkopf bilden, trägt inwendig sehr allgemein harte Kauwerkzeuge, die Kiefern und die Zunge. Sind die Kiefern paarig, so liegen sie als zwei mit einer Schneide versehene Platten rechts und links hinter dem Eingang der Mundhöhle, ist ein unpaariger Kiefer vorhanden (sehr entwickelt bei den *Helices* und *Limaces)*, so liegt er als halbmondförmige gezähnelte Platte über dem Eingange der Mundhöhle. Am Boden der Mundhöhle liegt ein längerer oder kürzerer Fleischwulst, die Zunge, welche sich durch ihre höchst zierliche und regelmässige Bewaffnung, bestehend in Zähnen, Haken und Platten, auszeichnet. Der Mittelstreif *(rhachis)* der Zunge ist in der Regel mit einer Reihe mehrzackiger Zähne, die Seiten *(pleurae)* mit einem, mehreren oder vielen Reihen Haken besetzt, und diese sind häufig noch von mehreren Plattenreihen umgeben, Alles in so constanten Formen, dass man die Zunge in neuerer Zeit als eins der sichersten Artmerkmale erkannt und sie auch zu weiteren systematischen Eintheilungen benutzt hat. Man braucht zu diesem Zweck meist nur eine einzige Querreihe zu kennen. Als besonders lang verdient die Zunge von *Patella* genannt zu werden. Die Zunge wirkt ungefähr wie eine Feile oder ein Reibeisen, wobei zugleich die vielen rückwärts gerichteten Spitzen die Speisen einführen.

An dem hinter dem Schlundkopf beginnenden Darmkanal kann man sehr allgemein drei Abtheilungen unterscheiden, Speiseröhre, Magen und Darm. Die

längere oder kürzere Speiseröhre geht nicht selten vor dem Magen in einen Kropf über (z. B. bei *Lymnaeus*, *Planorbis*). In dem verschieden geformten Magen, der aus drei Abtheilungen bestehen kann, bildet oft der innere Epithelialüberzug knorpelige Platten (z. B. im zweiten Magen von *Aplysia)* oder hornige Haken (z. B. im dritten Magen von *Aplysia).* Der Darm, der mit Speiseröhre und Magen gewöhnlich mehrere Male länger ist als der Körper, macht mehrere Windungen und mündet bei den meisten Cephalophoren vorn an der rechten Seite, neben der Athemöffnung, seltner am Hinterende. Sehr abweichend verhalten sich die *Apneusta* Köll., indem bei ihnen hinter der Magenanschwellung sich viele Blindsäcke befinden, welche bei denjenigen Arten, die äussere Anhänge haben, in diese sich hineinbegeben.

Cephalopoden. Auch bei ihnen liegt hinter der von mehreren kreisförmigen Lippen umgebenen Mundöffnung ein sehr muskulöser, bewaffneter Schlundkopf; die Kauwerkzeuge bestehen gleichfalls aus Kiefern und Zunge. Erstere bewegen sich vertical und sind sehr passend ihrer Form nach mit einem Papageischnabel verglichen worden. Die Zunge zeigt auf dem hinteren Theile der Oberfläche den nämlichen Zahn- und Hakenbesatz wie bei den Cephalophoren, vorn ist sie mit Geschmackspapillen besetzt. Der enge Oesophagus bildet bei einigen Familien, namentlich bei den Nautilinen, einen Kropf und geht dann in den Magen über. Dieser ist einfach und erscheint als sackförmige Ausbuchtung, indem Cardia und Pylorus nahe bei einander liegen. Hinter dem Pylorus findet sich ein häufig spiraliger Blinddarm; der kurze Darm steigt aus der

Bauchhöhle wieder in die Höhe und öffnet sich in den Trichter.

5. Der Verdauungsapparat der Wirbelthiere.

Das Gebiss.

Bei Weitem nicht alle Wirbelthiere haben Knochenzähne zum Ergreifen, Festhalten und Zerkleinern der Nahrung. Viele (unter den Fischen z. B. *Acipenser*, die *Lophobranchii*, unter den Amphibien *Pipa)* haben keine harten Mundtheile; bei anderen werden die eigentlichen Zähne durch Hornzähne und andere hornige Gebilde vertreten. Dergleichen Hornzähne finden sich in geringer Anzahl bei den Cyclostomen, und auch ein Säugethier, *Ornithorhynchus*, besitzt nur sie. Die Chelonier verhalten sich wie die Vögel: ihre Kiefern sind mit Hornscheiden überzogen, welche nach Verhältniss der Nahrung und Lebensweise mit schärferen oder stumpferen Kanten oder mit zähnartigen Fortsätzen oder Kerben versehen sein können. Bei den Bartenwallen, deren Fötus jedoch immer wirkliche Knochenzähne haben, sind die zahlreichen, im Oberkiefer befindlichen, parallelen Hornplatten unter dem Namen der Barten bekannt.

Die aus festerer Knochensubstanz bestehenden, mitunter von einer besonderen Schmelzschicht überzogenen Zähne der Fische zeigen eine ungemeine Mannichfaltigkeit der Form und Grösse, die jedoch mehr von zoologischem Interesse ist. Ebenso verhält es sich mit der Befestigung, indem die Zähne bald nur an der Oberfläche der Schleimhaut sitzen, bald mit Knochen unbeweglich, seltner beweglich verbunden sind.

Die Zähne der Amphibien zeigen allgemeiner als

die der Fische einen Schmelzüberzug, wiederholen aber jene fast in der Mannichfaltigkeit der Form. Es finden sich namentlich zwei Befestigungsweisen: entweder sind die Zähne nur mit ihrer äusseren Wurzelfläche an den inneren Alveolarrand gewachsen *(d. adnati)* oder sie sind eingewachsen *(d. innati)*. Die zwei im Oberkiefer der ächten Giftschlangen befindlichen langen und spitzen Giftzähne sind von einem Kanale durchbohrt, der sich von der Wurzel bis etwas vor die Spitze erstreckt. Der Kanal ist ursprünglich als Furche da, deren Ränder sich später schliessen. Die *Suspecti* haben nur Furchenzähne. In die Kategorie der Zahnbildungen gehört auch die eigenthümliche Bewaffnung des Zwischenkiefers bei den reifen Schlangen- und Eidechsenembryonen, welche mit ihrer Basis an den Unterrand des Zwischenkiefers befestigt ist und, sich nach unten und vorn biegend, aus dem Munde hervorragt. Dieser Zahn dient wahrscheinlich zum Zerbrechen der Eischale.

Die Zähne der Säugethiere zerfallen ihrer Form und Stellung nach in Schneide-, Eck- und Backzähne; wichtiger sind die von der Art der Zusammensetzung der verschiedenen in sie eingehenden Substanzen hergenommenen Benennungen. So heissen die Zähne einfach *(d. simplices)*, wenn die Zahnhöhle einfach von dem Zahn- oder Elfenbein umschlossen, und die Krone auch nur von einer ununterbrochenen Schmelzschicht bedeckt ist. Schmelzfaltig werden die Zähne *(d. complicati)*, wenn der Schmelz mehr oder weniger in die Zahnsubstanz eindringende Falten bildet, und zusammengesetzt *(d. compositi)*, wenn mehrere aus Zahnsubstanz und Schmelzüberzug bestehende und einfachen Zähnen vergleichbare Stücke durch eine weichere Kitt-

substanz, das Cement, mit einander verbunden sind. Manche Zähne wachsen, indem sie von oben abgerieben und abgenutzt werden, zeitlebens von unten nach; dahin gehören die Hauer der Schweine, Stosszähne der Elephanten, die Schneidezähne der Nager.

Die Zahl der Knochen, welche Zähne tragen, ist bei den Säugethieren am meisten beschränkt, am ausgedehntesten bei den Fischen. Zur bequemeren Uebersicht mag folgende allgemeine Zuaammenstellung dienen:

Zwischenkiefer. Säugethiere. Krokodile. Saurier. Fische. (*Esox. Salmo. Labrus* u. a.)

Oberkiefer. Säugethiere. Amphibien. Fische (viele *Salmones*, *Sudis* u. a.).

Unterkiefer. Säugethiere. Amphibien (mit Ausnahme der meisten ungeschwänzten Batrachier). Fische (viele *Salmones*, *Silurini* und *Pleuronectidae*. *Esox* u. a.).

Gaumenknochen. Ophidier. Saurier. Batrachier. Fische (mehrere *Salmones*, *Erythrinus*, *Sudis*, *Esox*, *Bagrus* u. a.).

Pflugscharbein. Batrachier. Fische (*Salmo*, *Heterobranchus*, *Rhombus* u. a.).

Keilbeinkörper. *Salamandra glutinosa*. Fische (*Sudis*, *Notopterus*, *Osteoglossum*).

Zungenbein. Fische (*Esox*, *Salmo* u. a.).

Kiemenbogen. Fische (*Esox*).

Obere und untere Schlundknochen. Viele Fische.

Hierüber zu vergleichen:

Giebel, Odontographie. Leipzig, 1854.

Der Darmkanal.

Den einfachsten Darmkanal hat *Branchiostoma lubricum*; der vordere etwas erweiterte Theil, in den sich

die Kiemenhöhle öffnet, und von dem ein nach vorn sich wendender Blindsack abgeht, kann als Magen betrachtet werden, und dieser geht in einen schwach gekrümmten kurzen Darm über. *Branchiostoma* ist das einzige Wirbelthier, dessen Darmkanal in seinem ganzen Verlauf mit Flimmerepithelium versehen. Bei den übrigen Fischen findet sich fast immer ein Magen, zu welchem sich die Speiseröhre allmählig erweitert. Mit der Speiseröhre steht häufig (*Physostomi*) die Schwimmblase durch einen Luftgang in Verbindung. Ein anderer, von der Speiseröhre ausgehender Sack dient mehreren der *Gymnodontes* zum Aufblähen des Körpers. Am Magen lassen sich meist zwei Abtheilungen unterscheiden, eine vordere *pars cardiaca* und eine, häufig dünndarmähnliche *pars pylorica*, welche mit jener einen oft spitzen Winkel bildet, und hinter deren Uebergangsstelle in die dem Dünndarm und Dickdarm entsprechende Abtheilung (Mitteldarm) die Mündung der *appendices pyloricae* sich befindet. Der Mitteldarm geht in einen kurzen, in der Regel geraden Mastdarm über.

Von den Veränderungen, welche die Häute des Darmkanals erleiden, sind die der Schleimhaut am beträchtlichsten und wichtigsten. Sie beziehen sich namentlich auf die Flächenvergrösserung, theils durch Längsfalten, theils durch Querfalten und Zotten, theils auch durch die Bildung der sogenannten Spiralklappe, welche sich im Mitteldarme der Cyclostomen, Plagiostomen, Störe und einiger anderen Fische findet. Die gewöhnlichste Form derselben ist die einer Wendeltreppe, seltener ist sie in gerader Linie befestigt und eingerollt. Die Afteröffnung der Fische liegt vor der Harn- und Geschlechtsöffnung.

Amphibien. Trotz der so vielfachen sonstigen Körperverschiedenheiten zeigt der Darmkanal der Amphibien im Allgemeinen eine übereinstimmende Anordnung, welche sich an die Fische anschliesst. Die gewöhnlich weite Speiseröhre, die, wie der Magen, aber in geringerer Menge, Längsfalten der Schleimhaut besitzt, trägt bei den Seeschildkröten lange zahnartige Epithelialpapillen. Bei den Ophidiern findet ein unmerklicher Uebergang in den Magen statt, und auch bei den übrigen Amphibien übertrifft dieser in der Regel nur wenig die Speiseröhre an Ausdehnung. Häufig ist der Pförtnertheil durch eine Klappe oder Schleimhautfalte vom Darme geschieden. An diesem nimmt man zwei Abtheilungen wahr, den Mitteldarm und Afterdarm. Die Flächenvergrösserung des Mitteldarmes wird durch Falten und Zotten hervorgebracht durch deren stärkere Entwicklung er sich vor dem Afterdarme auszeichnet, von dem er auch oft durch einen Wulst oder eine Klappe geschieden ist. Nicht selten findet sich am Anfange des Afterdarmes ein kurzer Blindsack.

Vögel. Der Darmkanal der Vögel zeigt mannichfache Verschiedenheiten. In vielen Fällen findet sich eine sackförmige, selten (Tauben) doppelte Erweiterung der Speiseröhre, der Kropf, in welchem die Speisen ehe sie in den Magen kommen, erweicht werden. Er fehlt z. B. den meisten Passerinen und Schwimmvögeln. Der Magen ist bei allen (ausser bei *Euphone*, aus der Familie der *Tanagridae*) doppelt, ein Vor- oder Drüsenmagen und ein Muskelmagen. Das Grössenverhältniss dieser beiden Abtheilungen ist kein bestimmtes; bei *Procellaria* übertrifft der Drüsenmagen den Muskelmagen am meisten. Die Lage und Anordnung der Drüsen ist gleichfalls sehr

wechselnd. Der Muskelmagen, dessen Cardia und Pylorus immer sehr nahe bei einander liegen, ist besonders bei den Körnerfressern durch die Stärke seiner beiden scheibenförmigen Muskelwände ausgezeichnet, bei sehr geringer Weite. Bei den fleischfressenden Vögeln ist er dünnhäutig. Eine Ausbuchtung vor der *portio pylorica*, die sich in einigen Fällen, am deutlichsten bei *Ardea* findet, kann als dritter Magen angesehen werden. Der Darm zerfällt immer in Dünndarm und Dickdarm. Der Dünndarm bildet mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Aste eine Schlinge, in welcher das Pancreas liegt; bei *Procellaria glacialis* sind ausnahmsweise acht solcher Schlingen vorhanden. Die Anfangsstelle des viel kürzeren und nur wenig weiteren Dickdarmes wird gewöhnlich durch die Insertion zweier Blinddärme, seltner eines bezeichnet. Die Blinddärme fehlen den meisten *Picariae* u. a. Bei vielen Vögeln bleibt an der früheren Einmündungsstelle des Dotterganges in den Dünndarm ein kleines Divertikel. Der Dickdarm ist gewöhnlich kurz und mündet in die Kloake.

Säugethiere. Die grossen Variationen, welche der Verdauungskanal der Säugethiere darbietet, richten sich meist nach der verschiedenen Nahrung und sind daher weniger wesentlich für die Speiseröhre, als namentlich für den Magen und für den Darm. Diese Theile haben im Allgemeinen eine viel beträchtlichere Zusammensetzung, der Darm eine auffallend grössere Länge bei den Frugivoren, als bei den Carnivoren. So haben die Fleischfresser (mit Ausnahme der Delphine) viele Nager, Edentaten, Beutelthiere u. a. einen einfachen Magen. An der Cardia des einfachen Magens der Pferde findet sich eine, den Zurücktritt der Speisen verhindernde Klappe.

Ein Beispiel eines durch eine Einschnürung in eine drüsige *pars cardiaca* und eine mehr muskulöse *pars pylorica* getheilten Magens zeigt *Myoxus*, und weitere Abweichungen werden durch das Auftreten von blinddarmartigen oder taschenartigen Ausstülpungen zwischen Cardial- und Pylorusabtheilung hervorgebracht (z. B. bei *Manatus, Dicotyles torquatus* u. a.). Noch mehr Magenabtheilungen haben die ächten Cetaceen, Abtheilungen, die sich jedoch ziemlich gleich verhalten und sich dadurch wesentlich von den mehreren Magen der Wiederkäuer unterscheiden. Die meisten Wiederkäuer haben vier Magen, *Camelus, Auchenia* und *Moschus* drei.

Die Nahrung gelangt zuerst in den weiten Pansen *(rumen)* und aus ihm in den, seiner Funktion nach nicht wesentlich vom ersten Magen verschiedenen Netzmagen *(recticulum, ollula)*. Indem nun die Speiseröhre als Schlundrinne (die sich übrigens auch bei mehreren Nagern, *Lemmus, Hypudaeus arvalis* und *amphibius*, findet) sich über die Insertionsstelle des Pansen hinaus erstreckt, legt sich der Rand dieser Rinne beim Hinabschlucken des wiedergekäuten Bissens dergestalt vor den Eingang in den Pansen, dass der Bissen an ihm und seinem Anhange, dem Netzmagen vorübergleitend in den dritten Magen, das Buch, Psalter *(omasus)* geführt wird. Der vierte, mit dem Buche in Verbindung stehende ist der Lab- oder Käsemagen *(abomasus)*. Im ersten Magen bildet die Schleimhaut kleine Zotten und Papillen, im zweiten netzförmige, wiederum Papillen tragende Hervorragungen, im dritten Erhebungen in Blätterform; unregelmässige Falten macht die Schleimhaut des *abomasus*. Bei dem ganz jungen Kalbe ist nur der vierte Magen ausgebildet; die drei übrigen entwickeln sich

in dem Masse, als das Thier neben der Milch noch vegetabilische Nahrung geniesst. Auch die oben erwähnten Nager mit Schlundrinne, das Känguruh und die Faulthiere, käuen wieder.

Der übrige Darmkanal zerfällt in Dünndarm und Dickdarm. Der Anfang des letzteren wird häufig durch einen, bei vielen Nagern bedeutend langen Blinddarm bezeichnet. After und Geschlechtsmündung sind getrennt. Nur die Monotremen besitzen eine wahre Kloake

---

Zweites Kapitel.

Die absondernden Nebenorgane des Speisekanals.

Da immer die einzelnen durch die *tunica propria* zu den *folliculi*, *acini* und *tubuli* der Drüsen verbundenen Epithelialzellen als die eigentlichen selbständigen Werkstätten der Secretion anzusehen sind, wie die Pflanzenzelle für sich aufnimmt, assimilirt und secernirt, kann es nicht Wunder nehmen, wenn wir bei vielen wirbellosen Thieren die secernirenden Zellen noch nicht in Drüsensysteme mit besonderen Ausführungskanälen vereinigt, sondern, unregelmässig zerstreut oder zu bestimmten Schichten geordnet, unmittelbar an und in den Wänden derjenigen Organe finden, in welche das Secret, sei es durch Diffusion, sei es durch Dehiscenz gelangen soll. Die vergleichende Anatomie kann diesen Satz auch umkehren: weil bei vielen wirbellosen Thieren sich statt der eigentlichen Drüsen nur einzelne absondernde Zellen finden, schliessen wir, dass auch in den Drüsen die Epithelialzellen das Wesentliche sind. Diese Bemerkungen gelten namentlich von den Leberorganen.

I. Die Speicheldrüsen.

1. Die Speicheldrüsen der Würmer.

Schon bei Strudelwürmern (*Vortex*, *Dinophilus*) finden

sich deutliche Speicheldrüsen als Zellen mit langen Ausführungsgängen, die in den Schlundkopf oder den Schlund einmünden. Ob die blindschlauchartigen Organe, die neben dem Schlunde mancher Eingeweidewürmer, namentlich der Nematoden verlaufen und in den Mund einmünden, Speichelorganen analog sind, mag dahin gestellt bleiben.

Unter den Ringelwürmern sind die Speichelorgane ziemlich verbreitet; diess sind theils weniger distincte zellige Drüsenmassen, welche den Schlund und den Anfang des Darmkanals umgeben und eine weissliche oder gelbliche Flüssigkeit absondern (*Lumbricus*, Naiden, *Amphicora* u. a.), theils sind es zwei bestimmt hervortretende Drüsen mit besonderen Ausführungsgängen in den Anfang des Darmkanals (z. B. bei *Nereis*, *Arenicola*).

2. Die Speicheldrüsen der Arthropoden.

Sehr regelmässig trifft man am Anfange des Darms der Räderthiere zwei oder mehrere, aus einer dicken Zellenschicht bestehende drüsige Organe von verschiedener Gestalt (kugelförmig, nierenförmig, länglich u. s. f.), welche wahrscheinlich zu einer Speichelabsonderung dienen, und die man auch mit dem *pancreas* der Wirbelthiere verglichen hat.

Den Crustaceen fehlen die Speichelorgane fast allgemein; nur bei den Cirripedien findet sich ein Paar in den Magen mündender Drüsen, und mit noch mehr Gewissheit sind zwei oder mehrere sich in die Mundhöhle öffnende Drüsen der Myriopoden für Speichelorgane zu halten.

Sehr verbreitet sind die Speicheldrüsen aber bei den Spinnen und Insekten. Bei den Spinnen (selbst bei

den Tardigraden) ist gewöhnlich ein Paar vorhanden, dessen Ausführungsgänge in die Mundhöhle oder auch (bei den Skorpionen) in den Schlund gehen. Die Insekten haben häufig zwei oder auch drei Paare, die längere oder kürzere Gefässe darstellen oder auch durch ihre Trauben- und Büschelform an die conglomerirten Drüsen der höheren Thiere erinnern. An dem eigentlich ausscheidenden Theile erkennt man gewöhnlich eine *tunica intima*, eine Zellenschicht und eine diese umfassende *tunica propria*, während diese Häute in den Ausführungsgängen eine festere, hornartige Beschaffenheit angenommen haben, und die *tunica intima* oft Spiralbildungen zeigt nach Art der Tracheen. Seltner, wie diess am oberen, unter der Stirn liegenden Paare von *Formica rufa* der Fall ist, besteht die Drüse aus einzelnen grossen Zellen, deren jede ihr Secret durch einen feinen, von der die Zelle einschliessenden *tunica propria* gebildeten Kanal nach einem kurzen gemeinschaftlichen Ausführungsgang leiten lässt. Die unter der Zunge mündenden unteren Speicheldrüsen desselben Insekts bestehen aus büschelförmig vereinigten Follikeln, und noch viele andere Hymenoptern, unter ihnen z. B. *Apis*, zeigen ähnlich zusammengesetzte trauben- oder büschelförmige Drüsen. Eine andere, namentlich unter den Wanzen sehr verbreitete Form ist die Lappenform. Die hintere Drüse besteht aus einem, häufig noch gefingerten Hauptlappen, mit welchem oft ein kleinerer verbunden ist. Diese Drüse hat zwei Ausführungsgänge von gewöhnlich ungleicher Länge. Sehr häufig stellen diese Drüsen aber nur fadenförmige Schläuche dar, die namentlich bei den Larven zu den Seiten des Darmkanals sich weit in die Leibeshöhle hinein erstrecken. Sie finden sich in einigen Ordnungen, bei

den Aptern, Diptern, Lepidoptern und vielen Käfern fast ausschliesslich.

3. Die Speicheldrüsen der Mollusken.

Unter den Mollusken haben die Cephalophoren und Cephalopoden allgemein sehr entwickelte Speichelorgane. Bei den Cephalophoren ist gewöhnlich nur ein Paar vorhanden, zwei auf dem Magen und dem Oesophagus aufliegende lappige Drüsen von gelblicher oder weisslicher Farbe, deren Ausführungsgänge neben dem Schlunde verlaufen und, ohne sich zu vereinigen, neben der Zunge in die Mundhöhle einmünden.

Bei den Cephalopoden findet sich in der Regel ein oberes und ein unteres Paar Speicheldrüsen. Das obere liegt unmittelbar am hinteren Theile des Schlundkopfes und hat daher sehr kurze Ausführungsgänge. Das hintere liegt hinter dem Kopfknorpel, zeigt eine bald gelappte *(Loligo)*, bald glatte Oberfläche *(Octopus* u. a.), und der aus der Vereinigung der beiden Ausführungsgänge entstandene Kanal geht mit dem Schlunde durch die Oeffnung des Kopfknorpels, um den Grund des Schlundkopfes zu durchbohren.

4. Die Speicheldrüsen der Wirbelthiere.

Den Fischen, den nackten und vielen beschuppten Amphibien (Krokodilen, vielen Cheloniern und Sauriern) fehlen die Speicheldrüsen. Sehr allgemein kommen sie den Ophidiern zu, wo sich eine, bei den ächten Giftschlangen rudimentäre oder verschwindende Oberkieferdrüse an der Aussenseite des Unterkiefers findet. Bei ihnen, vielen Sauriern und den Landschildkröten wird auch eine *glandula sublingualis* durch viele einfache

Drüsenschläuche mit besonderen Ausführungsgängen gebildet.

Bei den Vögeln kommen in der Regel vier Paar Speicheldrüsen vor. Die eine (Zungendrüse Meck., *folliculi linguales* Aut.) wird durch eine Reihe einfacher Blindsäcke gebildet, welche sich einzeln längs der Seitenflächen der Zunge öffnen. Ein zweites Paar (vordere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae submaxillares* Aut.) befindet sich vorn zwischen den beiden Unterkieferästen, zwischen der äusseren Haut und der Mundhaut. Sie ist eine zusammengesetzte Drüse mit mehreren Ausführungsgängen, die sich vor der Zunge öffnen. Hinter ihnen sind auch gewöhnlich die einfachen Mündungen des dritten Paares (hintere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae sublinguales* Aut.), das gewöhnlich kleiner ist und weiter nach hinten, an den Zungenbeinhörnern liegt. Sehr allgemein ist ferner die Ohrspeicheldrüse da (Mundwinkeldrüse Meck., *parotides* Aut.), am Mundwinkel oder hinter dem Jochbogen, gewöhnlich mit einem Ausführungsgange. Ausserdem sind wohl häufig vorkommende einfache Drüsenfollikel an der Zungenwurzel hierher zu rechnen, während zahlreiche Drüsenhöhlen neben der Mündung der Eustachischen Röhre hinter den Choanen den Schleim absondernden Tonsillen der Säugethiere entsprechen. Diese sind besonders bei den Raubvögeln ausgebildet.

Bei den Säugethieren finden sich gewöhnlich die bei dem Menschen vorkommenden Speicheldrüsen, nämlich die *gl. parotis* und *submaxillaris* jederseits mit einem, und die *sublingualis* mit zahlreichen Ausführungsgängen. Nur den ächten Cetaceen fehlen sie ganz. Auch die

Schleimdrüsen an den Lippen, Backen und Gaumen, sowie die Tonsillen sind sehr allgemein verbreitet.

II. Die Leber.

1. Die Leber der Strahlthiere.

Bei vielen Polypen lässt sich in den Wandungen des Verdauungskanals eine eigenthümliche Schicht sich durch ihre braune, gelbe oder grüne Färbung auszeichnender Leberzellen nachweisen. Eine Leberdrüsenschicht findet sich auch an dem mittleren, oft besonders ausgebuchteten Theile der Polypenindividuen der Schwimmpolypen. Eine eigne Leber hat *Velella* oberhalb der Anheftungsstelle der Polypenindividuen.

Trotz der erstaunenswerthen Verdauungskraft der übrigen Acalephen hat man bei ihnen doch keinerlei Leberorgane bemerkt; und auch bei den meisten Echinodermen sind bisher weder Leberzellenschichten noch gesonderte Lebern entdeckt. Nur an den Darmwandungen von *Echinus* findet sich die Schicht in ähnlicher Weise, wie bei den Polypen, und bei den Asteroiden sind wohl ohne Zweifel die von dem Magensacke in die Arme sich erstreckenden Blindsäcke als Leber zu betrachten. Die traubenförmigen, eine gelbliche Flüssigkeit absondernden Follikel vereinigen sich in jedem Arme zu zwei Kanälen, und diese Kanäle münden entweder einzeln, oder die je zwei desselben Armes zusammen in den Magensack. Ganz ähnliche Interradialblinddärme finden sich ausserdem bei den mit einem After versehenen Seesternen, die man auch als Gallenorgane zu deuten versucht wäre, wenn nicht ihre Einmündungs-

stelle hinter dem chylopoetischen Theile des Därmkanals dagegen spräche.

2. Die Leber der Würmer.

Bei den Würmern findet sich keine, als gesondertes Organ bestehende Leber. Eine Schicht eng mit den Darmwandungen verbundener Zellen scheint bei den Nematoden sich wie die Leberzellenschicht der Radiaten zu verhalten. Bei den Ringelwürmern aber hat sich das den Darmkanal und häufig auch das Rückengefäss umfassende Lebergewebe oft schon zu Follikeln und Drüsensäckchen mit eigenen Ausführungsgängen formirt; auch hier erkennt man es an der gelblichen, braunen oder braungrünen Farbe. Vielleicht haben auch die zahlreichen, vom Darmkanal der *Aphroditeae* abgehenden, zum Theil verzweigten Blinddärme die Bedeutung von leberartigen Absonderungsorganen.

3. Die Leber der Arthropoden.

Bei den meisten Arthropoden, welche keine von dem Darmkanal gesonderten Gallenorgane besitzen, müssen wir vermuthen, dass die Epithelialzellenschicht des chylopoetischen Theiles des Darmkanals einen gallenartigen Saft secernirt, und diess um so mehr, wo sich, wie bei den meisten niederen Crustaceen, schon kleinere Drüsenfollikel oder, bei den Cirripedien, bei *Daphnia*, vielen Insekten, längere blindsackartige Ausstülpungen formirt haben. Aber erst wo diese Blindsäcke sich mehr isoliren, werden sie zu einer wirklichen Drüse, wie sie sich unter den Crustaceen weniger vollständig bei den Isopoden, Laemodipoden, Amphipoden u. a., sehr vollständig aber bei den meisten Decapoden ent-

wickelt hat. Als Beispiel mag *Astacus fluviatilis* dienen. Hier besteht das paarige Organ jederseits aus drei Lappen, und jede Hälfte mündet mit einem Ausführungsgang hinter dem Pförtner des Kaumagens in den Darmkanal. Die Lappen werden wieder durch längliche, fingerförmig verbundene Follikel gebildet; die näheren Bestandtheile der Follikel sind eine *tunica propria,* die an ihr befestigte secernirende Zellenschicht und eine den Follikel locker von innen auskleidende *tunica intima,* durch welche die Galle durch Diffusion dringt.

Bei den Araneen und Scorpioniden scheint die von vielen Naturforschern „Fettkörper" genannte bräunliche Masse, welche durch mehrere Ausführungskanäle mit dem Darm in Verbindung steht, die Leber zu sein. Von diesem Fettkörper ist das bei den Insektenlarven sich ansammelnde *corpus adiposum* ganz verschieden, welches, aus wirklichen Fettzellen gebildet, zum Verbrauch während des ruhenden Puppenlebens verwendet wird.

4. Die Leber der Mollusken.

Ausser bei den meisten Bryozoen und Tunicaten und mehreren Pteropoden *(Clio, Pneumodermon),* deren Magen- und Darmwände mit einzelnen Leberfollikeln oder Leberzellen belegt sind, und bei vielen Apneusten *(Aeolis, Eolidina* u. a.), deren viele, sich häufig in die Rückenanhängsel erstreckende Blindsäcke die Leberzellen in sich aufgenommen, findet sich bei den Mollusken ganz allgemein eine gesonderte Leber. Sie wird gebildet durch längere oder kürzere Follikel, welche wiederum aus einer *tunica propria* und der secernirenden (bei *Cyc'as cornea* wimpernden) Epithelialschicht bestehen

und sich zu gemeinschaftlichen wimpernden Gallengängen vereinigen. Diese treten zu mehreren Hauptausführungsgängen zusammen, welche das Secret in den Magen oder den Darm ergiessen. Die aus zahlreichen verzweigten Blindsäcken bestehende Leber der Brachiopoden ist ungefähr drei Mal so gross als der Magen oder die dem Magen entsprechende Darmabtheilung und hat gewöhnlich 2 Ausführungsgänge. Bei den Lamellibranchiaten umgiebt die Leber die Magenregion. Nach oben und hinten erstreckt sie sich bis an das Knie, welches der Mastdarm bildet, nach unten und hinten ragen einige Partieen weit in das Abdomen hinein. Die weiten Gallengänge öffnen sich in den Magen. Bei den Cephalophoren umwickelt die in mehrere Lappen zerfallende Leber die Darmwindungen sehr eng, so dass diese, namentlich bei den Acephalen, oft nur schwer von ihr zu trennen sind. Die Leber der Cephalopoden besteht meist aus mehreren, von einem festen, glatten Bauchfellüberzuge umgebenen Abtheilungen, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinschaftlichen, die Galle in den Blindsack leitenden *ductus choledochus* verbinden. Eine mit den Gallengängen zusammenhängende Drüsenmasse bei den meisten Cephalopoden scheint dem *pancreas* der Wirbelthiere zu entsprechen.

5. Die Leber der Wirbelthiere.

Mit Ausnahme von *Branchiostoma*, wo die Lebersubstanz, wie bei vielen wirbellosen Thieren, mit den Darmwandungen vereinigt ist, oder dessen Leber vielleicht nur in dem vom Anfange des Darmkanals abgehenden Blindsacke besteht, fehlt bei keinem Wirbelthier die Leberdrüse, und in den meisten Fällen ist auch eine

Gallenblase vorhanden, beide in der verschiedenartigsten Form und Ausdehnung.

Die sich durch ihren grossen Fettgehalt auszeichnende Leber der Fische ist weich und liegt in dem vorderen Theile der Bauchhöhle, von wo sie sich nicht selten sehr weit nach hinten erstreckt. In ihrer Gestalt ausserordentlich wechselnd besteht sie im Allgemeinen entweder aus einem Stück (z. B. *Esox*, *Salmo trutta* und *fario)* oder sie ist zweilappig (z. B. *Cobitis fossilis*, *Perca fluviatilis)* oder dreilappig *(Gasterosteus aculeatus*, am deutlichsten bei den Cyprinen). Die Gallengänge bilden in der Regel nicht einen einfachen *ductus hepaticus*, sondern münden besonders in den *ductus cysticus* oder in die Gallenblase. Der *ductus choledochus* ergiesst die Galle gewöhnlich nicht weit hinter dem Pförtner in den Darm. Eine besonders grosse Gallenblase besitzt *Orthagoriscus mola;* sie fehlt bei *Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Scomber leuciscus* und *Labrus turdus*.

Die Leber der Amphibien richtet sich im Allgemeinen in ihrer Form nach der Form des Thieres, daher sie bei den Schlangen langgestreckt, bei den Fröschen breiter ist. Ueber ihr Bestehen aus einem oder ihr Zerfallen in mehrere Lappen lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, und auch das Verhältniss der verschiedenen Ausführungsgänge der Leber und der nur selten fehlenden Gallenblase ist wechselnd. Bemerkenswerth ist die abweichende Lage der Gallenblase bei den grossmäuligen Schlangen; hier befindet sie sich ziemlich weit entfernt von der Leber neben dem Anfang des Darmes, wo, hinter dem Pylorus, die Mündung des *ductus choledochus* oder die Mündungen des Blasendarmganges und des für sich bestehenden *ductus hepaticus* sind.

Die mit ihrer convexen Seite nach der Bauchwand, mit der concaven nach den Eingeweiden gerichtete Leber der Vögel zerfällt sehr allgemein in zwei Hauptlappen. Die Gallenblase ist meist vorhanden (fehlt z. B. den Tauben und Papageien). Nur selten *(Buceros)* findet sich ein gemeinschaftlicher *ductus choledochus*; in der Regel münden *ductus hepaticus* und Ausführungsgang der Gallenblase, in welche die Galle durch einen oder zwei *ductus hepatico-cystici* gelangt, gesondert hinter der Schlinge in den Darm.

Auch bei den Säugethieren bietet die äussere Form und Ausdehnung der Leber wenig Constantes. Man kann zwar in der Regel zwei Hauptlappen unterscheiden, doch mehrt sich deren Zahl bis auf sechs und acht, namentlich bei den Nagern, Affen und Fleischfressern. Die Gallenblase fehlt u. a. den ächten Cetaceen, mehreren Wiederkäuern (Hirsch, Kameel u. a.), dem Pferde, den Pachydermen (mit Ausnahme des Schweins). Gewöhnlich findet sich ein *ductus hepaticus*, der unter spitzem Winkel einen *ductus cysticus* absendet und hinter diesem als *ductus choledochus* weiter geht.

III. Die Milz.

Die Funktion der Milz scheint, wie die der Lymphdrüsen und der Thymus, die zu sein, die Lymphkügelchen oder farblosen Blutkügelchen zu bilden. Hierüber hat die feinere Histiologie zu sprechen. Wir haben natürlich nur von den gröberen Formverhältnissen anzugeben, dass sie ausschliessliches Eigenthum der Wirbelthiere ist. Sie fehlt nur bei *Branchiostoma* und zeigt übrigens mannichfache, jedoch weniger wesentliche Verschiedenheiten an Form, Umfang und Lage.

IV. Die appendices pyloricae der Fische und die Bauchspeicheldrüse der Wirbelthiere.

Die *appendices pyloricae* sind blinddarmförmige Ausstülpungen des Darmes kurz hinter dem Pförtner, welche in verschiedener Anzahl sich bei vielen Fischen finden und theils einzeln, theils, wenn sie in grosser Menge (z. B. bei den Gadoiden, Scomberoiden) vorhanden sind, zu Büscheln oder auch drüsenartigen Massen *(Acipencer)* vereinigt mit gemeinschaftlichen Ausführungsgängen in den Darm münden. Sie haben dieselben Häute wie der Darm und wurden gewöhnlich für das Analogon der Bauchspeicheldrüse gehalten, bis neuerlich durch Stannius das Vorhandensein des *pancreas*, theils simultan mit den *appendices pyloricae*, theils ohne die letzteren ausser Zweifel gesetzt ist. Die Fische, bei denen diese Drüse bis jetzt gefunden, sind: *Salmo salar*, *Clupea harengus*, *Gadus callarias*, *Cottus scorpius*, *Perca fluv.*, *Pleuronectes platessa*, *Pleur. maximus*, *Belone longirostris* und *Cyprinus brama*; endlich auch beim Stör, der zugleich auch *appendices* besitzt. Bei den Aalen, Chimären und Plagiostomen betrachtet man eine, an Struktur dem Pankreas der höheren Wirbelthiere gleiche, in den Klappendarm mündende Drüse als Bauchspeicheldrüse.

Das einfache, seltner gelappte Pankreas der Amphibien liegt hinter dem Magen und mündet mit einem oder auch zwei Ausführungsgängen neben dem *ductus choledochus*, bisweilen mit ihm vereinigt in den Darm.

Bei den Vögeln liegt das röthlich-weisse, meist zweilappige Pankreas in der Duodenalschlinge; seine (gewöhnlich zwei) Ausführungsgänge endigen neben den Gallengängen. Zwei Hauptlappen zählt man in der Regel auch bei den Säugethieren. Der oder die beiden

Ausführungsgänge verhalten sich verschieden. Ist nur einer vorhanden, so verbindet er sich entweder mit dem *ductus choledochus* oder mündet für sich in den Darm; sind zwei Ausführungsgänge da, so führen entweder beide in den Darm, oder einer in den Darm, der andere in den *ductus choledochus*.

Statt auf einzelne Schriften und Monographieen ist hinsichtlich der im 2. Kap. abgehandelten Drüsen hier wiederholt auf

Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857.

hinzuweisen.

Drittes Kapitel.

Das Gefässsystem.

---

1. Die Circulations- und Athmungsverhältnisse der Cölenteraten.

Man hat zwar bei einzelnen Polypen, namentlich mehreren Arten von *Alcyonium*, ein wirkliches Blutgefässsystem beschrieben, acht Längsgefässe, welche am vorderen Körperende auf die Magenwände übergehen, nachdem sie zuvor Aeste zu capillaren Verzweigungen abgegeben, und welche sich hinten in den Polypenstock verzweigen; allein hiervon abgesehen, scheinen in keiner der Klassen der Cölenteraten besondere Blutgefässe zu existiren. Auch wird die richtige physiologische Würdigung der auf die Blut- oder Chylus-Circulation sich beziehenden Verhältnisse noch dadurch erschwert, dass dieselbe Flüssigkeit, welche offenbar, die Rippenquallen etwa ausgenommen, als Chylus zu deuten, immer zugleich der Art mit Wasser vom Magen aus verdünnt wird, dass man, nach der Analogie mit anderen Thieren, nicht Chylus, sondern zur Athmung zu verwendendes Wasser vor sich zu haben glaubt.

Man wird das Richtige treffen, wenn man von solcher Analogie absieht; in den Räumen, wohin das Blut gelangt, wie es von den Magenwänden ausgeschieden

wird, geht zugleich die Respiration vor sich, wozu der Sauerstoff jenes theils willkürlich theils unwillkürlich mit aufgenommenen Wassers verwendet wird. Es sind also weder besondere Circulations- noch Athmungs-Organe da, beide Functionen gehen unscheidbar in einander über. Dabei sind aber folgende Modalitäten zu bemerken.

Polypen. Die in die Leibeshöhle durch die Magenwände ausschwitzende Chylusflüssigkeit wird durch das Wasser willkürlich mehr oder weniger verdünnt, welches durch die Oeffnung im Magengrunde Einlass findet. Die Flüssigkeit wird durch Flimmerorgane in Bewegung gesetzt und längs der Körperwände bis in die Spitzen der hohlen Fühler umgetrieben. Bei den Polypencolonieen, wo die einzelnen Polypenleiber mit dem Stocke communiciren, setzen sich diese Strömungen von einem Individuum zum anderen durch den ganzen Stock fort.

Schwimmpolypen oder Röhrenquallen. „Das Verdaute geht wahrscheinlich zugleich mit gewissen Mengen von Seewasser aus den Polypen (Fressindividuen Leuckart, Saugröhren der früheren Autoren) durch ihre hohlen Stiele in den ebenfalls hohlen Polypenstamm (Reproductionskanal) über. In diesem bewegt sich der Nahrungssaft mit Ausnahme der Diphyiden, wo in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein Flimmerepithelium sich findet, nie durch Flimmerbewegung, sondern durch die Contractionen der sehr muskulösen Wände des Stammes unregelmässig hin und her, und gelangt aus demselben“ *) auch in die Höhlungen der übrigen Organe, deren einige (Schwimmglocken, medusenförmige Geschlechtsor-

*) Kölliker, Die Schwimmpolypen. Leipzig, 1853. S. 67.

gane) auch mit Gefässen zur Aufnahme jenes Saftes versehen sind.

Nur bei den Velelliden gelangt der Nahrungssaft in ein netzförmiges, zusammenhängendes Kanalsystem, welches sich durch den ganzen (der Kolonie gemeinsamen) Körper verzweigt. Die Bedeutung desselben ist aber keine andere, als die des Reproductionskanales mit den davon ausgehenden Höhlungen.

Scheibenquallen und Rippenquallen. Bei beiden finden wir ein vom Magen ausgehendes System blindsackartiger Anhänge oder radiärer Kanäle, in Verbindung mit Ringgefässen, und diess Kanalsystem ist bald für einen blossen Wasserathmungsapparat (Scheibenquallen), bald für ein wahres Blutgefässsystem (Rippenquallen) gehalten worden.

Bei den Scheibenquallen tritt das mit Chylus vermischte Wasser unmittelbar aus dem Magen oder dessen Blindsäcken in die radiären Kanäle, und diese verlaufen, einfach oder sich theilend, nach dem Scheibenrande und münden dort in ein Ringgefäss ein. Während bei den Schwimmpolypen und den Polypen der unbrauchbar gewordene Theil der Flüssigkeit durch den Mund wieder ausgeschieden wird, ist zu diesem Zwecke das Ringgefäss der Scheibenquallen mit mehreren Oeffnungen (After) versehen. Die Zahl der Radialgefässe ist sehr variabel. *Medusa aurita* z. B. hat 8 einfache und eben so viele mit gabelförmigen Seitenzweigen; bei *Aequorea* zählt man 74.

Bei den Rippenquallen ist hinter dem Magen eine der Leibeshöhle der Polypen entsprechende trichterförmige Höhle, von welcher mehrere Kanäle für die Arme, Magenwände und Rippen entspringen. Die Rippen-

kanäle münden in ein den Mund umgebendes Ringgefäss. In diesem sind keine Oeffnungen, wohl aber führen zwei aus dem Trichter nach dem Hinterende verlaufende Röhren nach aussen.

2. Das Gefässsystem der Echinodermen.

Höchst wahrscheinlich besitzen alle Echinodermen ein in sich geschlossenes Blutcirculationssystem, obgleich man, trotz zahlreicher Untersuchungen, über das Verhalten der Gefässe zu einander und zu den Respirationsgefässen keineswegs in Einklang ist. Es rührt diess (nach v. Siebold's Bemerkung; vergl. dessen lehrreiche Auseinandersetzung im Lehrb. d. vergl. Anat.) von dem Umstande her, dass man das System der Blutgefässe vielfältig mit den respiratorischen Wassergefässen verwechselt hat.

Am unvollständigsten ist bis jetzt das Gefässsystem der Crinoiden erkannt, wo mehrere in die Arme, Cirren u. s. f. sich verzweigende Kanäle aus einem schlauchförmigen, im Grunde des Kelches liegenden Herzen entspringen. Ein solches längliches, schlauchartiges Herz besitzen auch die Asteroiden und Echinoiden; bei jenen erstreckt es sich von der Madreporenplatte neben dem sogenannten Steinkanale oder dem Kalkstrange zum Munde und steht hier mit zwei den Mund umgebenden Ringgefässen, am Rücken nur mit einem Ringgefässe in Verbindung. Bei den Echinoiden liegt das, unregelmässige blasige Auftreibungen zeigende und in unregelmässige Kammern getheilte Herz am Oesophagus und communicirt nach unten mit zwei den Schlund, nach oben mit zwei den After umgebenden Gefässringen. Aus allen diesen Gefässringen laufen andere Gefässe theils zwischen

die Eingeweide, theils in die Arme und an die Ambulcralbläschen-Reihen, ohne dass man mit Bestimmtheit sich über den venösen und arteriellen Theil des Systems entscheiden könnte.

Viel klarer ist das Gefässsystem der Holothurien. Das durch eine, von einem den Schlund umgebenden Gefässringe entspringende Aorta und deren Verzweigungen den Eingeweiden zugeführte Blut sammelt sich in einigen Kiemenarterien und kehrt durch Kiemenvenen zum Gefässring zurück.

3. Das Gefässsystem der Würmer.

Infusorien. Die mehr oder minder regelmässig pulsirenden Räume oder contractilen Blasen mit ihren Ausläufern, welche sich bei den unzweifelhaft erkannten Infusionsthieren gefunden, werden zwar von manchen Zoologen für ein Gefässsystem gehalten, wir werden jedoch unten unsre Gründe gegen diese Ansicht entwickeln. Die Infusorien haben kein Blutgefässsystem; sie gehören zu den Thieren, bei denen der Nahrungssaft den Körper unmittelbar durchtränkt.

Strudelwürmer. Die Strudelwürmer zeigen ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Die Rhabdocölen ermangeln der Blutgefässe; was man früher dafür gehalten, sind Wassergefässe. Ihre Ernährungsflüssigkeit ist frei in den Körperlacunen enthalten und wird nur durch die allgemeinen Körpercontractionen in Bewegung gesetzt; auch bei den Dendrocölen, bei denen man theils einzelne grosse Seitengefässstämme, theils weit verzweigte Gefässnetze beobachtet hat, sind vielleicht dergleichen Wassergefässe mit Blutgefässen verwechselt worden.

Kein Zweifel kann bei den Nemertinen sein,

welche drei Hauptlängsgefässe besitzen, einen Rückenstamm und zwei Seitenstämme. Diese vereinigen sich am Hinterende, und in der Nähe des Gehirns gabelt sich der Rückenstamm und geht mit den beiden, um die Ganglien sich schlängelnden Aesten in die Seitenstämme über, welche im Vorderende eine Schlinge bilden. Das in diesen Gefässen enthaltene Blut ist gewöhnlich ungefärbt, mitunter auch röthlich oder bläulich, und scheint keine Blutkörperchen zu enthalten.

Die Blutströmung ist keine regelmässige, sondern eine oscillirende, ähnlich wie bei den Blutegeln.

Helminthen. Nur bei den Rundwürmern (*Nematodes* und *Gordiacei*) gelangt die Ernährungsflüssigkeit aus dem Darmkanal unmittelbar in die Leibeshöhle, ohne dass man ein Gefässsystem bemerkt hätte. Dieses haben zwar die Acanthocephalen, zwei Hauptlängsgefässe, die seitlich viele sich verzweigende und anastomisirende Aeste abgeben, es fehlen aber hier die eigenen Gefässwandungen. Mit ihm steht das Gefässsystem der sogenannten Lemniscen, jener beiden bandförmigen, am Grunde des Rüssels entspringenden Organe von unbekannter Bestimmung, in Verbindung. Durch die Körperbewegungen, das Ein- und Ausstülpen des Rüssels, wird eine Fluctuation des Blutes zwischen dem Leibesgefässsystem und dem System der Lemniscen bewirkt. Die übrigen Eingeweidewürmer (*Cestodes*, *Trematodes*) zeigen einen sehr entwickelten, eigenwandigen Circulationsapparat, der bei den Cestoden aus zwei Paar Längsgefässen besteht, welche durch mehrere Quergefässe verbunden sind und im Kopfe einen, die Rüsselscheide einschliessenden Ring bilden. Von diesen Stämmen gehen zahlreiche Zweige aus, die sich in feine, zuletzt verschwindende

Capillaren auflösen. Sowohl in den Haupt- wie in den Nebengefässen finden sich zahlreiche Flimmerläppchen. Wenigstens in den Larvenzuständen (als Cestodensäcke) besitzen die Cestoden allgemein am Hinterende eine contractile Blase mit Oeffnung, in welche die Längsstämme einmünden. Bei den *Ligulae* bleibt diese Schwanzöffnung zeitlebens, bei den übrigen geht der pulsirende Schlauch mit der ersten Gliedablösung oder noch früher verloren.

Weniger häufig finden sich bei den Trematoden zwei solche Hauptlängskanäle; öfter bildet bei ihnen das Gefässsystem ein sehr ausgedehntes, vielfach anastomosirendes Netz. Dieses System steht in direkter Verbindung mit dem sogenannten Excretionsorgane, das am Hinterende sich öffnet. Vergl. unten III. Kap. 6.

Ringelwürmer. Die Ringelwürmer zeichnen sich durch ein sehr bestimmt ausgeprägtes, in sich abgeschlossenes*) Gefässsystem aus, dessen centrale Theile in mehreren Längsstämmen bestehen, die gewöhnlich in den Körperenden unmittelbar in einander übergehen, häufig durch grössere Quergefässe verbunden sind, und von denen zahlreiche, sich verzweigende und anastomosirende Gefässe als peripherische Theile entspringen. Immer haben diese Gefässe eigne Wandungen, und entweder pulsiren alle Hauptstämme und die Quergefässe des Systems oder einzelne herzartige, mitunter erweiterte Abtheilungen desselben. Das Blut ist meist gefärbt (roth, grün, blau, violett u. a.), wiewohl nicht durch die Blut-

---

*) Nach Leydig und Quatrefages erleidet jedoch auch diese Regel mehrfache Ausnahmen. Ersterer hat bei einigen Egeln, letzterer bei verschiedenen Borstenwürmern lacunaren Blutlauf wahrgenommen. Berichte von der zoot. Anstalt in Würzburg. 2ter Bericht. 1849. — *Annales d. sc. nat.* 1850. *T.* 14.

körperchen, welche sehr klein, unregelmässig und ungefärbt sind und wohl nicht den Blutkörperchen der Wirbelthiere gleichgestellt werden können. Uebrigens kann dasselbe Individuum, jenachdem man das Blut in dünneren oder stärkeren Schichten sieht, ganz verschiedene Blutfärbungen zeigen, was auch von den Nemertinen gilt.

Die Hirudineen haben ein Rücken- und ein Bauchgefäss und zwei Seitengefässe; nur bei *Nephelis* fehlen die beiden ersteren. Gerade diese Gattung ist wegen ihrer Durchsichtigkeit geeignet, an ihr sich den eigenthümlichen Blutlauf der Egel, der eine Fluctuation ist, zur Anschauung zu bringen. Das Hauptmoment in diesem Blutlaufe ist nämlich das Ueberströmen aus dem einen Seitenstamm durch die zahlreichen Quergefässe in den andern; diess geschieht jedoch nicht hinten und vorn zu ganz gleicher Zeit, sondern das Gefäss contrahirt sich vorn etwas später als hinten, so dass auch eine Art von Circulation hergestellt wird, die aber von Zeit zu Zeit umsetzt, indem das Gefäss, dessen Contractionen von hinten nach vorn begonnen haben, nun sich von vorn nach hinten zusammenzieht, und umgekehrt.

Bei den Borstenwürmern finden sich die grossen Seitenstämme nicht, aber ein oder mehrere Bauch- und Rückenstämme. Das Blut wird in der Regel im Rückengefäss von hinten nach vorn getrieben und tritt im Kopfende durch grössere Gefässschlingen, aber auch durch die übrigen Queranastomosen in das Bauchgefäss über und kann nur uneigentlich als arteriell und venös geschieden werden; nicht selten muss sogar das Blut durch dieselben Gefässe von den Kiemen zurückkehren, durch welche es dahin gelangt ist (z. B. bei *Amphicora),*

und hier ist also eine solche Scheidung willkürlich oder auch unmöglich.

Bei den Lumbricinen und Naiden, denen sich *Amphicora* anreiht, ist das einfache Rückengefäss eng mit den Darmwandungen verwachsen, gabelt sich im Vorderende und geht, so den Schlund umfassend, in das Bauchgefäss über, mit welchem es jedoch auch in den übrigen einzelnen Körpersegmenten, namentlich im Vorderende, durch Quergefässe verbunden ist.

Von den genannten Borstenwürmern unterscheiden sich die übrigen, Capitibranchiaten und Dorsibranchiaten durch eine Vermehrung der Hauptgefässstämme, auch treten durch das Vorhandensein von äusseren Kiemen, wie schon bei *Amphicora*, neue Veränderungen ein, Am gewöhnlichsten ist die Verdoppelung sowohl des Rücken- als des Bauchgefässes, in welchem Falle gewöhnlich ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss mit dem Darme, die beiden übrigen Stämme mit den Körperwandungen enger verbunden sind. Nicht selten sind auch diese Hauptgefässe streckenweise oder ganz in zwei bis drei Stämme gespalten. Da die Blutbewegung längs des Rückens von hinten nach vorn geschieht, so kann man bei den Capitibranchiaten das Rücken-Darmgefäss, welches gewöhnlich das Blut zu den Kiemen führt, als Körpervene oder Kiemenarterie, das Hauptbauchgefäss aber, welches das Blut aus den Kiemen aufnimmt, als Körperarterie bezeichnen, obwohl auch hier von einer strengen Trennung in arterielles und venöses Blut der vielen Queranastomosen wegen nicht die Rede sein kann, und noch unausführbarer ist diese Scheidung bei den Dorsibranchiaten, deren Kiemen aus den Quergefässen das Blut empfangen.

Neben dem in den eben beschriebenen Gefässen eingeschlossenen Blute verdient aber auch die in der Leibeshöhle enthaltene Flüssigkeit eine besondere Berücksichtigung. Sie ist es, in welcher häufig die frei in der Leibeshöhle enthaltenen Generationsprodukte schwimmen, und unter deren Einfluss sie offenbar sich vermehren und wachsen; sie wird durch die allgemeinen Körperbewegungen fortwährend auf und ab und durch die Oeffnungen in den diaphragmaartigen Einschnürungen getrieben und bespült somit die meisten Organe unmittelbar. Oft bemerkt man in ihr (man beobachte eine Naide) brombeerförmige oder einfach kugelige, dann aber äusserst kleine Körperchen, die um so zahlreicher vorhanden zu sein scheinen, je grösser die Lebensthätigkeit des Thieres ist. Aus allen diesen Umständen geht die Wichtigkeit dieser Flüssigkeit hervor, wiewohl ihr Verhältniss zum Gefässblute noch nicht hinlänglich aufgeklärt ist. Am richtigsten wird sie vielleicht als Chylus betrachtet, da die von den Hauptstämmen auf die Darmwandungen gehenden Capillaren mehr die Rolle von ernährenden als von aufsaugenden Gefässen zu spielen scheinen.

4. Das Gefässsystem der Arthropoden.

Räderthiere. Sie scheinen keine Blutgefässe zu besitzen. Als das Blut oder wenigstens als das Analogon davon wird man im Gegentheil die frei in der Leibeshöhle enthaltene, die Eingeweide umspülende Flüssigkeit anzusehen haben, die in der Regel wasserklar ist, seltner eine gelbliche Färbung zeigt, und in welcher auch nur ausnahmsweise den Blut- oder Chyluskörperchen vergleichbare Elemente gefunden sind. Diese Flüssigkeit ist wohl sehr wasserhaltig, wenn auch die Aufnahme

von Wasser nicht durch die sogenannten Respirationsöffnungen und den Nackensipho geschehen kann, da (nach Leydig) an den genannten Stellen gar keine Oeffnungen vorhanden.

Die übrigen Arthropoden.

Das Rückengefäss oder das Herz.

Die meisten Arthropoden sind mit einem, den Blutlauf regelnden Centralorgane versehen, das man bei den Myriopoden, Spinnen und Insekten wegen seiner Schlauchform das Rückengefäss, bei den Crustaceen aber, wo es gewöhnlich kürzer ist, Herz zu nennen pflegt.

Das Rückengefäss der Spinnen und Insekten liegt in der Mittellinie des Abdomens und wird durch eben so viele Paare dreieckiger Muskeln, als Kammern vorhanden sind, an die Rückenwände befestigt. Solcher Kammern finden sich bei den Insekten in der Regel acht, und sie entstehen durch Einschnürungen; jede Kammer hat jederseits nach vorn eine Spaltöffnung, welche durch klappenartige, nach innen gehende Hervorragungen geschlossen werden können. Die letzte Kammer geht in einen, sich bis zum Kopfganglion erstreckenden und vorn sich mitunter spaltenden Arterienstiel über. Diesem Rückengefässe gleicht auch das der Myriopoden, nur ist es länger und in mehr Kammern getheilt, wie überhaupt sich im Allgemeinen die Ausdehnung des Rückengefässes nach der Körperlänge richtet.

Es schliesst sich hieran die längliche Form, welche das Herz mehreren Ordnungen der Krebse angenommen, namentlich der Phyllopoden und Stomatopoden. Bei den Parasiten und Lophyropoden ist das Herz

ein einfacher, rundlicher oder ovaler Behälter, der behufs der Aufnahme des Blutes mit zwei seitlichen Spaltöffnungen versehen ist, und aus dem das Blut durch eine vordere und hintere Oeffnung tritt, wenn nicht an diesen Stellen Arterien entspringen. Bei den übrigen Ordnungen der Crustaceen verhält sich das Herz ähnlich, hat aber mehr venöse Spalten und giebt gewöhnlich mehr Arterienstämme ab, als dort Arterienöffnungen oder wirkliche Arterien sich finden. Seine Form ist namentlich bei den Decapoden auffallend, platt und polygonal. Es liegt immer in der Mittellinie des Vorderrückens.

Kreislauf.

Nur von den Scorpioniden ist ein vollständig geschlossenes Gefässsystem beschrieben worden; ihre Arterien sollen sich verzweigen und unmittelbar in ein Venensystem übergehen, welches zu den Athemorganen führt, von wo aus das Blut wiederum durch eigene Gefässe zum Herzen zurückgelangt.

Im Uebrigen aber scheint den Arthropoden durchweg ein geschlossenes Gefässsystem zu fehlen, indem sich entweder ausser dem Herzen (Rückengefässe) gar keine Gefässe beobachten lassen, oder das Gefässsystem höchstens in mehreren Arterien besteht, die entweder plötzlich aufhören oder allmählich sich verzweigend verschwinden, worauf die Blutflüssigkeit in bestimmten Strömen durch den ganzen übrigen Körper läuft. Zuerst häufig sehr fein, vereinigen sich diese Ströme zu stärkeren venösen Stämmen und stellen so einen vollkommenen Kreislauf her, wobei die Richtung und Vertheilung der Ströme theils durch den ursprünglichen Herzstoss und die verschiedenen im Wege liegenden Organe, theils auch durch

eigens zu diesem Zwecke ausgespannte Membranen oder Leisten moderirt wird.

Bei den Crustaceen sind die arteriellen Gefässe, wie es scheint, am weitesten verbreitet, wiewohl man bei mehreren Ordnungen, den Parasiten und Phyllopoden keine Spur von ihnen bemerkt. Bei den Lophyropoden fehlen sie wenigstens in der Familie der *Cladocera* (*Daphnia* u. a.) nicht, aus deren Herzen nach vorn ein sich mehrfach theilender *truncus arteriosus*, sowie seitlich und nach hinten andere Arterien entspringen, die sich durch ihre Länge und weit gehende Verästelung vor den ausnehmend kurzen Arterienstämmen der Isopoden, Amphipoden, auch der Pöcilopoden und Lämodipoden auszeichnen. Vollständiger ist das Arteriensystem bei den Stomatopoden und noch mehr bei den Decapoden. Aus dem polygonalen zipfeligen Herzen des *Astacus fluviatilis* entspringen aus einem vorderen Aortenstamme drei Arterien, eine mittlere für die Augen und zwei seitliche für die Antennen und den Cephalothorax. Zwei ihnen zur Seite liegende Arterien versorgen die Leber, und eine nach hinten abgehende grosse Schwanzarterie spaltet sich bald nach ihrem Austritt und versorgt durch ihren Bauchtheil die Mundtheile und Füsse, durch den Rückentheil die am Rücken des Abdomen gelegenen Organe. Die Angabe, dass den Decapoden auch ein Venensystem zukäme, scheint auf Täuschungen zu beruhen, wie denselben auch eigene, das Blut aus den Kiemen zum Herzen bringende Gefässe fehlen. Das Blut gelangt bei ihnen, nachdem es in grossen lacunalen, venösen Strömen die Kiemen erreicht, aus diesen in einen weiten, von nicht contractilen Wänden umgebenen Sinus,

aus welchem es während der Diastole des Herzens durch die Herzspalten aufgenommen wird.

Unter den Arachniden bieten wiederum die schon öfters wegen ihrer abnormen Eigenthümlichkeiten berührten Tardigraden und Acarinen, nicht aber die Pycnogoniden, Ausnahmszustände dar, indem ihnen jede Spur eines Gefässsystems, auch das Herz mangelt, und ihre Ernährungsflüssigkeit ganz in der Leibeshöhle enthalten ist, wo sie, ohne eine bestimmt gerichtete Strömung, lediglich durch die Körperbewegungen umhergetrieben wird. Die Phalangien haben nur das Rückengefäss ohne Arterien, die Araneen aber verhalten sich wie die höheren Ordnungen der Crustaceen, indem das in mehreren Arterien das Rückengefäss verlassende Blut seinen weiteren arteriellen und venösen Lauf in wandungslosen Körperlacunen vollendet und sich gleichfalls in einem, das Rückengefäss umgebenden Sinus ansammelt.

Bei den Insekten wird das Blut durch die allmähliche Zusammenziehung des Rückengefässes, die in der Weise von hinten nach vorn geschieht, dass die hinterste Kammer sich schon wieder ausdehnt, ehe die vorhergehende Contraction bis zur ersten Kammer gelangt ist, durch den Aortentheil getrieben und kehrt in vier Hauptströmen, von denen einer unter dem Rückengefässe, einer über der Ganglienkette und zwei neben den grossen Tracheenstämmen fliessen, zum Rückengefässe zurück. Kleinere Nebenstämme vertheilen sich in die Fühler, Füsse, Flügel u. s. w. Da die Bewegung der Flüssigkeit in diesen Anhängen nicht wohl allein von dem Drucke der Hauptströme abhängen kann, scheinen hier und da eigenthümliche Vorrichtungen zur Fortbewegung angebracht zu sein, so in den Tibien der Beine ein pulsiren-

des, knotenförmiges, als Pumpstempel wirkendes Organ, wie auch in anderen Theilen herzartige Organe (bis jetzt freilich nur im Schwanze der Larve von *Ephemera diptera* beobachtet).

Die Veränderungen dieser Verhältnisse in den einzelnen Ordnungen sind sehr unwesentlich und beziehen sich meist nur auf die Form und Textur des Rückengefässes.

Das Blut der Arthropoden ist meist farblos; ist es gefärbt (röthlich, gelblich u. a.), wie bei mehreren Crustaceen und Insekten, so ist die Färbung immer an die Blutflüssigkeit gebunden und rührt nicht von den stets farblosen, einfach rundlichen oder eine granulirte Oberfläche zeigenden Blutkörperchen her.

5. Das Gefässsystem der Weichthiere.

Abgesehen von den abweichend organisirten Bryozoen und Tunikaten zeigt das Gefässsystem der Mollusken einen sich gleichbleibenden Charakter, der sich sowohl in den Acephalen als in den Cephalopoden ausspricht, und durch welchen wir an das Gefässsystem der Arthropoden erinnert werden. Es finden sich nämlich darin gewöhnlich bedeutende Ausweitungen und Sinusse, welche verschiedene Eingeweide in sich aufnehmen, und wodurch es den Anschein gewinnt, als ob nach der Peripherie hin das Gefässsystem in ein wandungsloses Lacunensystem sich auflöse. Man hat diess sogar, nach den Untersuchungen von Milne Edwards, bis in die neuesten Zeiten fast allgemein angenommen, indem man meinte, die verschiedenen Abtheilungen der Leibeshöhle dienten als grosse venöse, seltner, z. B. bei *Patella,* auch als arterielle Behälter. Allein nachdem Keber und nament-

lich Langer in Bezug auf die Najaden, Owen in Bezug auf die Brachiopoden dem direct widersprochen und bei den genannten Gruppen überall, auch in den grossen Erweiterungen und den Capillaren, eigne Wandungen der Blutbahn nachgewiesen, muss in jedem speciellen Falle erst die genauere Untersuchung entscheiden. Weder die Wandungslosigkeit eines Theiles der Blutbahn, noch die Geschlossenheit sind typische Charaktere.

Sehen wir auch von den eigenthümlich sich verhaltenden Brachiopoden ab, so besitzen die Mollusken ein von einem Herzbeutel umgebenes Aortenherz, wohin das Blut aus den Respirationsorganen gelangt, um durch eine oder mehrere Aorten in den Körper getrieben zu werden. Die Blutbahn ist also gerade die umgekehrte, wie bei den Fischen, welche ein Kiemenherz besitzen, und deren Kiemenvenen zur Aorta und zu anderen Körperarterien werden.

Die Gränzen, in welchen sich der allgemeine Plan der Weichthiere bewegt, sind jedoch, wie schon aus dem Gesagten erhellt, zu weit, als dass wir nicht auch hier die einzelnen Abtheilungen einer besonderen Betrachtung unterwerfen müssten. —

Das Blut ist gewöhnlich farblos. Röthliche, grünliche, violette, gewöhnlich an die Blutflüssigkeit gebundene Färbungen kommen bei Cephalophoren und Cephalopoden vor. Die in der Regel ungefärbten Blutkörperchen sind bei den Acephalen meist unregelmässig, bei den übrigen rundliche Zellen und scheinen immer einen Kern oder mehrere Körner zu enthalten. —

Bryozoen. Sie besitzen weder Herz noch Gefässe. Die in der Leibeshöhle enthaltene Flüssigkeit scheint nicht, wie man früher annahm, durch Oeff-

nungen mit Wasser verdünnt werden zu können und wird durch Wimperung in regelmässiger Circulation entlang den Wandungen der Leibeshöhle erhalten.

Tunicaten. Die hier vorkommenden Erscheinungen der Blutbewegung erinnern auffallend an die bei den Egeln sich darbietenden. Das Gefässsystem selbst, nur als Centralorgan vorhanden, bietet ebenfalls Anknüpfungspunkte an die Arthropoden. Immer ist ein Herz vorhanden, bei den Salpen ein schlauchartiger Kanal in der Nähe des Nucleus, welcher die beiden, am anderen Ende durch ein Paar Gefässschleifen in einander übergehenden Hauptgefässe, das Rücken- und das Bauchgefäss, verbindet; bei den Ascidien ein noch längerer Schlauch in der hinteren Körperabtheilung, mit einer hinteren und einer vorderen Gefässfortsetzung; auch bewegt sich das Blut, nachdem die erwähnten Gefässe aufhören, im grössten Theile des Körpers in wandungslosen Kanälen und Lacunen, jedoch ist der Blutlauf keine anhaltende Circulation in derselben Richtung, sondern ein Fluctuiren, indem die Contractionen des Herzens von Zeit zu Zeit umsetzen, so dass die Hauptgefässe abwechselnd als Hohlvene und als Körperarterie fungiren.

Brachiopoden. Sie haben in der Nähe des Magens zwei Herzen, bestehend aus Vorkammer und Kammer. Die Kammern treiben das Blut in mehrere Mantel- und Visceralarterien. Nachdem die Mantelarterien sich verzweigt, bilden sich in den Mantelhälften grössere venöse Sinusse, von wo aus das Blut in Vereinigung mit dem in ähnlichen, die Eingeweide begleitenden Erweiterungen enthaltenen Blute zu den Vorkammern zurückkehrt. Es geht daraus hervor, dass das Blut, im Vergleich zu den höheren Mollusken, nie rein arteriell in das

Herz gelangt, sofern nämlich die Mantellappen das alleinige Athemorgan sind. Das zu den Eingeweiden geführte Blut kommt venös, das aus dem Mantel arteriell in die Vorkammern; rein arterielles Blut findet sich also, ähnlich wie bei den Amphibien, nur auf dem Wege zwischen Athemorgan und Herz*).

Lamellibranchiaten. Zur Orientirung über die Kreislauforgane dieser Klasse sind wir durch die musterhaften Untersuchungen Langer's auf *Anodonta cygnea* hingewiesen.

Das arteriell gewordene Blut wird durch die beiden Vorkammern der vom Mastdarm durchborten Kammer zugeführt, von wo es durch die Verzweigungen einer vorderen und einer hinteren Aorta in den Leib gelangt. Auch das Venenblut des mittleren Manteltheiles und einer andern kleinen Vene geht gleich in die Vorkammern. Der arterielle und venöse Kreislaufsschenkel sind daher nicht gänzlich geschieden.

Das meiste venöse Blut sammelt sich in dem zwischen den Bojanus'schen Körpern gelegenen venösen Sinus und tritt durch das bipolare Wundernetz (über die Wundernetze im Allgemeinen weiter unten) der Bojanus'schen Körper in die Kiemen.

Auch in den peripherischen Verzweigungen ist das Gefässsystem der Teichmuschel mit vollkommenen Wan-

---

*) So, scheint mir, sind nach Owen's neuesten Untersuchungen diese bisher ziemlich unklar und widersprechend ausgedrückten Verhältnisse aufzufassen. Vgl. *British fossil Brachiopoda. By Thomas Davidson. I. 1. On the anatomy of Terabratula, by* Prof. *Owen.* London. *Palaeontographical Society* 1851—1854. Im Auszuge mit einigen Zusätzen von mir in Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaften. Halle, Mai 1854.

dungen versehen. Diese Verzweigungen sind theils dendritisch, theils netzförmig. Eine besondere Art dieser Netze, namentlich im Fusse und Mantel sind Schwellnetze. Durch ihre Erfüllung mit Blut ist das bekannte Schwellvermögen dieser Thiere zu erklären. Durch Verengerung der in den venösen Sinus führenden Fussvene, vielleicht auch durch eine Klappenvorrichtung wird das Blut im Schwellgewebe des Fusses angestaut.

Obwohl nun ein besonderes Wassergefässsystem bei der Teichmuschel sich nicht findet, wird dennoch auf directem, aber ziemlich umständlichem Wege eine Wasseraufnahme in das Blutgefässsystem bewerkstelligt. Eine Oeffnung im inneren Kiemengange führt zu dem sogenannten Lungenfache (Bojanus), welches weiter nichts ist, als eine Fortsetzung des braunen, Bojanus'schen Körpers und mit diesem communicirt. Der Bojanus'sche Körper steht wieder in Verbindung mit dem weiten Pericardium. In demselben Theile des Pericardiums, wo die Communicationsöffnung zur Höhle des Bojanus'schen Körpers ist, vorn unter der Aorta und dem Mastdarme, befinden sich noch mehrere Oeffnungen, die von hier aus in das sogenannte rothbraune Organ, ein parenchymatöses Gewebe des Mantels führen; von hier endlich gelangt das Wasser in die Vorkammern.

Die allgemeine Anordnung des Kreislaufes scheint bei allen Lamellibranchiaten dieselbe zu sein. Ueberall dürfte durch das, auch als Niere fungirende Organ der direkte Uebertritt von Wasser in das Blutsystem vermittelt werden.

Ob bei anderen Gattungen noch ein anderes Wassergefässsystem besteht, müssen erneute Untersuchungen entscheiden.

Cephalophoren. Nur bei wenigen Nacktkiemern (*Flabellina, Rhodope* u. a.) fehlt das Gefässsystem vielleicht ganz, die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit vollendet daher keinen regelmässigen Lauf. Ein regelmässiges Circuliren findet aber sogleich statt, wenn bei anderen Nacktkiemern (z. B. *Tergipes*, *Aeolis*, *Eolidina)* ein Herz mit rudimentärer Aorta und zwei in die Vorkammer einmündenden Venenstämmen erscheint, so dass die Aehnlichkeit dieses Blutlaufes mit dem der Insekten eine sehr grosse ist.

Bei der grössten Anzahl der Cephalophoren aber tritt aus der Kammer des in seiner Lage nach den Respirationsorganen sich richtenden und mitunter (z. B. bei *Patella, Haliotis)* vom Darm durchbohrten Herzens eine Aorta, die sich bald weiter spaltet und so zum Stamme eines Arteriensystems wird, das häufig noch bis in die capillaren Verzweigungen hinein ohne Zweifel mit eignen Wandungen versehen ist. Die Venen werden anscheinend durch blosse Körperlacunen vertreten; das Venenblut sammelt sich häufig in der Leibeshöhle an, wo es namentlich den vorderen Theil des Darmkanals und die Kopfganglien rings umspült, und geht dann durch andere Kanäle in die Kiemen. In die Kiemen- oder Lungenvenen der Gasteropoden scheinen auch häufig kleinere Venen zu münden, so dass nicht lauter rein arterielles Blut in das Herz gelangt.

Für die Pteropoden und Heteropoden hat Gegenbaur nachgewiesen, dass das Capillar- und Venensystem durch wandungslose Räume repräsentirt ist. Sehr wichtig ist auch die Entdeckung (Gegenbaur, Leuckart) dass, wie bei den Lamellibranchiaten durch

die Niere direkt Wasser in den Pericardialsinus und von da ins Herz übergeführt wird.

Cephalopoden. Bei den Vierkiemern tritt das Blut durch vier, bei den Zweikiemern durch zwei stärkere Gefässe, die bei mehreren Gattungen an einer Stelle erweitert sind und pulsiren und also wahren Vorhöfen gleichen, in das Aortenherz, das gegen sie bei der Systole durch Klappen geschlossen wird. Eine *aorta anterior* ist der Stamm mehrerer grösserer Arterien, welche den oberen Theil des Darmkanals, Geschlechtstheile, Leber, Mantel, Kopf und Arme versorgen; aus einer *aorta posterior* entspringen die für die Ernährung des hinteren Theiles des Darmkanals, des Tintenbeutels, der Kiemen und des Bauchtheils des Mantels bestimmten Arterien.

Das durch den Körper durch eigenwandige Arterien verbreitete Blut gelangt zu den Kiemen theils durch eigenwandige Venen, theils durch anscheinend wandungslose, häufig sehr geräumige Körperlacunen, wobei sich mehrere Verschiedenheiten zeigen.

Bei den Octopoden gehen die Armvenen, zwei aus jedem Arme, in einen grossen Gefässring im Kopf, aus welchem sich eine starke Kopfvene neben dem Darmkanal herabbegiebt, die unterwegs andere Venen aufnimmt und endlich, vereint mit dem grossen visceralen Venenbehälter, ihr Blut in die Hohlvenen ergiesst. Aus den Eingeweiden sammelt sich das Blut in zwei Abdominalvenen, welche die Genitalvenen aufnehmen und sich in eine grosse Visceralhöhle öffnen, von der freilich noch nicht mit völliger Gewissheit angegeben werden kann, ob sie blos als eine schlauchartige Erweiterung jener Venen oder als blosse mit einem Peritonealüberzuge versehene Leibeshöhle zu betrachten. Das Blut

badet in ihr direct den Schlundkopf, Schlund, Speicheldrüsen, Magen, Ganglienring, die Hauptnervenstränge und die *aorta anterior s. ascedens.* Durch zwei aus dieser Lacune entspringende Hohlvenen wird das Blut in die sogenannten (nicht pulsirenden) Kiemenherzen und in die Kiemen geleitet. Die Mantelvenen münden direct in die Kiemenherzen.

Etwas anders sind diese Verhältnisse bei den Loliginen. Bei ihnen umgiebt ein venöser Sinus, der das Blut aus den (nur eine Vene habenden) Armen und der Mundgegend empfängt, den Schlundkopf und setzt sich nach hinten mit dem Oesophagus in die Höhlung des Kopfknorpels fort, in der das Gehirn liegt. Dieser Sinus dehnt sich aber nicht weiter aus, wie es bei den Octopoden der Fall ist, sondern alles Blut des Abdomens läuft in eigenen Venen. Eine starke *vena cephalica* steigt mit dem Darmkanal herab und theilt sich in zwei Hohlvenen. In die linke Hohlvene mündet die grosse *vena hepatica posterior*, in die rechte ein vom Rectum und dem Tintenbeutel kommender Venenstamm und eine Genitalvene. Gleicher Weise öffnen sich die Venen der Flossen und die Mantelvenen in die *venae cavae.*

6. Das Gefässsystem der Wirbelthiere.

Auch hier steht *Branchiostoma* isolirt unter allen Wirbelthieren, indem bei diesem Fische das Gefässsystem wegen Abwesenheit des Herzens, bei Contractilität aller grösseren Gefässstämme eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem Circulationsapparate der Anneliden zeigt. Ein grösserer, unter der Kiemenhöhle gelegener Stamm ersetzt das Kiemenherz der übrigen Fische; er empfängt das Blut aus dem Hohlvenenstamme und treibt es durch

zahlreiche kleine Bulbillen in die Kiemenarterien, deren man 25 bis 50 zählt. Aus den Kiemen sammelt sich das Blut in eine Körperaorta, über dem Kiementhorax, zu welchem auch vorn zwei herzartige Aortenbogen aus der das Kiemenherz repräsentirenden Röhre führen. Ausser diesen erwähnten Gefässen gehört zu den grösseren contractilen Stämmen ein an der Bauchseite des Intestinum gelegenes Pfortaderherz. Ein Herzbeutel ist nicht da.

Der Herzbeutel. Das Herz. Die in das Herz mündenden und aus dem Herzen kommenden Stämme.

Das Herz der Wirbelthiere ist mit einem Herzbeutel versehen, dem der Herzbeutel der Mollusken analog ist, mit dem man aber nicht den venösen Sinus der Crustaceen verwechseln darf. In ihm liegt das Herz gewöhnlich in der Art, dass der sich (wie eine Zipfelmütze) einstülpende Herzbeutel auch einen unmittelbaren Ueberzug bildet. Bei den Cyclostomen (mit Ausnahme von *Petromyzon*), den Stören, Chimären und Plagiostomen communicirt die Herzbeutelhöhle durch eine Klappe oder Röhre mit der Bauchhöhle.

Fische. Das an der Kehle, zwischen den Seitentheilen des Schultergürtels und unter dem Kiemengerüst gelegene Herz der Fische ist Kiemenherz; es empfängt das venöse Blut des Körpers und treibt es in die Kiemen, von wo es nicht zum Herzen zurückkehrt, sondern in die Körperarterien übergeht. Es besteht aus einer Vorkammer und einer Kammer; nur bei Lepidosiren finden sich zwei Vorkammern, eine linke für das Lungenvenenblut, eine rechte für das Körpervenenblut. Der auf die Kammer folgende Arterienstiel (*truncus s. bulbus arteriosus*) bietet wichtige fundamentale Unter-

schiede dar. Bei den Cyclostomen und den eigentlichen Knochenfischen sind an der Uebergangsstelle zwei Klappen, welche den Rücktritt des Blutes, in die Kammer hindern. Von den Cyclostomen unterscheiden sich aber die Knochenfische, dass bei diesen die contractile Gefässschicht, welche durch die Kiemenvenen und Körperarterien geht, eine beträchtliche Anschwellung bildet. Bei den übrigen Knorpelfischen aber und den Ganoiden sind im *bulbus arteriosus* selbst drei bis sechs Klappenreihen angebracht, und der *bulbus* hat einen eigenthümlichen, sehr plötzlich aufhörenden Muskelbeleg von derselben Beschaffenheit wie die Muskelsubstanz des Herzens, woraus sich ergiebt, dass man den *bulbus arteriosus* der genannten Fische nicht als gleichbedeutend mit dem *bulbus arteriosus* der Cyclostomen und der eigentlichen Knochenfische, sondern als eine wirkliche Herzabtheilung betrachten muss.

Der aus dem *truncus arteriosus* hervorgehende Kiemenarterienstamm giebt rechts und links die Kiemenarterien ab. Die Kiemenvenen treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen, nachdem sie bei den meisten Fischen schon die Caroditen und andere für das Herz, das Zungenbein, den Kiemenapparat u. s. w. bestimmte Arterien abgegeben. Indem bei den Knochenfischen die aus der Vereinigung der Kiemenvenen entstandenen Bogen sich auch vorn unter der *basis cranii* vereinigen, entsteht der sogenannte *circulus cephalicus s. arteriosus.* Indem sich bei *Amphipnous* die Venen der Athemsäcke, so wie die Venen des 2. und 3. Kiemenbogens nicht in die Aorta, sondern in die *venae iugul.* ergiessen, erhält das Herz dieses Fisches, sowie der *Dipnoi* und der Amphibien nicht blos venöses, sondern auch arterielles Blut; auch

werden bei diesem Fische alle Weichtheile des Kopfes aus dem Kiemenarterienstamme mit Blut versorgt. Letzteres geschieht auch bei der dem *Amphipnous* nahe stehenden Gattung *Monopterus*, obgleich ihm die Athemsäcke fehlen. Hier respiriren vielleicht die Capillaren der Mund- und Schlundschleimhaut (Hyrtl).

Nackte Amphibien. Die mit Kiemen athmenden Batrachierlarven und Perennibranchiaten schliessen sich mit ihrem Kreislauf eng an die Fische an, indem sich Klappenreihen im *bulbus arteriosus* finden, und die *venae branchiales* nicht, wie die Lungenvenen, zum Herzen zurückkehren, sondern nach Abgabe der Arterien für die vorderen Körpertheile sich zu einer *aorta descendens* vereinigen.

Das Herz der nackten Amphibien hat zwei, nur bei *Proteus* nicht vollständig getrennte Vorkammern und eine einfache Kammer. Die linke Vorkammer empfängt das Lungenvenenblut, die rechte das Körpervenenblut, und beide Blutarten werden aus der Kammer von einem *truncus arteriosus* aufgenommen, aus welchem ausser den Lungenarterien und mit Abgabe der Carotiden und einiger anderen für den Kopf bestimmten Arterien ein oder mehrere Paare Aortenbogen entspringen; diese vereinigen sich zur *aorta descendens*.

Indem bei der Systole zuerst die grössere Menge des venösen Blutes in den rechts entspringenden *bulbus art.* und von da durch die Lage der unvollkommenen Scheidewand dieses *bulbus* und einer an der Abgangsstelle des Aortabogens liegenden Klappe (Brücke) in die Lungenarterien gedrängt wird, worauf bei zunehmender Spannung die Wege in die eigentlichen arteriellen Gefässe

dem arteriellen Blute sich öffnen, findet keine beträchtliche Mischung der beiden Blutarten statt.

Beschuppte Amphibien. Bei den beschuppten Amphibien sind zwei Vorkammern und Kammern vorhanden, letztere communiciren jedoch in den meisten Fällen mit einander, und nur bei den Krokodilen findet sich ein vollständig geschlossenes *septum ventriculorum.* Das Lungenvenenblut tritt in die linke Vorkammer und aus dieser in die linke Kammer, welche es gewöhnlich in die rechte Kammer treibt. In diese strömt auch das venöse Blut aus der rechten Vorkammer und sowohl die Aortenbogen als die Lungenarterien entspringen aus ihr. Durch Klappenvorrichtungen ist es jedoch möglich gemacht, das Blut zum Theil abzusperren und, jenachdem das Thier athmet oder nicht athmet, und die Kammer mehr mit arteriellem oder mit venösem Blute gefüllt ist, das Blut zum Eintritt in die Körper- oder Lungenarterie zu vermögen. Die Arterienbogen entspringen bald getrennt aus der Herzkammer, wie bei einem Theile der Schildkröten, wo der rechte bald nach seinem Ursprunge einen Stamm für die vorderen Körpertheile, die linke aber mehr an der Stelle, wo sie sich mit der rechten zur Aorta vereinigt, die *coeliaca* abgiebt, und bei den Ophidiern, wo auch vor der Vereinigung zur Aorta mehrere Arterienstämme abgehen. Bei einem anderen Theile der Schildkröten und den Sauriern ist ein *truncus arteriosus* vorhanden, aus welchem bei den Sauriern jederseits zwei Aortenbogen entspringen, die sich, nach Bildung einer rechten und einer linken Aortenwurzel, zur *aorta descendens* vereinigen. Trotz der geschlossenen Herzscheidewände gelangt auch bei den Krokodilen kein rein arterielles Blut in den Körper, indem die aus der linken,

also rein arterielles Blut enthaltenden Kammer kommende *aorta dextra* an ihrem Ursprunge mit der venöses Blut führenden und der rechten Kammer angehörigen, aber schwächeren *aorta sinistra* communicirt. Die Krokodile haben sich jedoch dem Typus der Vögel und Säugethiere am meisten genähert.

Vögel und Säugethiere. Erst bei ihnen ist eine vollkommene Scheidung des arteriellen und venösen Systems eingetreten, und nie, wenigstens nicht bei ausgewachsenen Thieren, communiciren die Herzabtheilungen, zwei Kammern und zwei Vorkammern mit einander. Bei den Vögeln nimmt der den linken an Ausdehnung übertreffende rechte Vorhof die drei Hohlvenen auf; aus der rechten Kammer, welche gegen den Vorhof durch eine lange, dicke, muskulöse Klappe geschlossen wird, geht die Lungenarterie ab, geschieden durch drei *valvulae semilunares.* Die beiden Lungenvenen ergiessen ihr Blut in die linke Vorkammer. Der Eingang aus dieser in die linke Kammer ist mit einer dünnhäutigen zweizipfeligen Klappe versehen, und die durch ihre ausserordentlich dicken Wandungen sich auszeichnende linke Kammer hat am Eingange in die Aorta auch drei halbmondförmige Klappen. Das Herz der Säugethiere stimmt noch mehr im Wesentlichen mit dem menschlichen überein. Bemerkenswerth ist die sinusartige Erweiterung der *arteria pulmonalis* vieler Taucher (Delphin, Seehund u. a.). Sie dient zur Ansammlung des venösen Blutes, während das Thier unter Wasser ist und nicht athmen kann.

Accessorische Herzen kommen sowohl an dem Arterien-, als an dem Venensystem vor. Hierher gehört die muskulöse Anschwellung an der *arteria axillaris* der Chimären und *Torpedo.* Ein Venenherz sehen wir an der

vena caudalis von *Anguilla* und *Muraenophis*, ein Pfortaderherz bei den Myxinoiden.

Allgemeine Uebersicht über das Arteriensystem.

Die Natur hat uns in der Umwandlung der Kiemenathmung in die Lungenathmung bei den nackten Amphibien und in der Entwicklung des Gefässsystems der höheren Thiere die Mittel in die Hand gegeben, das Aortensystem der Fische mit den Lungengefässen und den Aorten der Luftathmer zu vergleichen. Indem die Kiemen mit den auf und an ihnen verlaufenden Gefässen eine Rückbildung erleiden und verschwinden, zu gleicher Zeit aber die vorher sehr unbedeutenden Communicationszweige zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen stärker geworden sind, entstehen mehrere Paare von Gefässbogen. Das vordere, ohne sich zu vereinigen, giebt die Arterien für Hals oder Kopf ab; das oder die hinteren Paare treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen. Aus einem dieser Bogenpaare sind auch die Lungenarterien entsprungen, deren Wachsthum mit der Ausbildung der Lungen vorwärts schreitet, und deren Entstehung später jederseits durch einen *ductus arteriosus Botalli*, d. h. einen Verbindungszweig zwischen Lungenarterie und Aorta angezeigt wird. Auch bei den Embryonen der höheren Thiere finden sich Anfangs mehrere Aortenbogen, aus welchen sowohl die Lungenarterien als die Gefässe der vorderen Körpertheile gehen. Erst später treten die Lungenarterien bis zum Herzen zurück und communiciren dann nicht mehr mit der Aorta. Die Vögel, Säugethiere und der Mensch behalten nur einen Aortenbogen übrig. So sind also alle diejenigen Gefässe, welche von den Kiemenvenen vor ihrer Vereinigung zur Aorta abgegeben

werden, denjenigen Arterien der höheren Thiere analog, welche im Fötalzustande derselben aus den Aortenbogen kamen oder aus dem bleibenden Aortenbogen entspringen.

Wiewohl die Aorta die vornehmste, die Wirbelsäule begleitende Arterie ist, giebt es doch noch andere, längs der Wirbelsäule verlaufende Arterien, welche besondere Systeme bilden, die theils zusammen vorkommen, theils sich ersetzen, und durch deren allgemeine Betrachtung erst die Anordnung des Arteriensystems beim Menschen sich begreifen lässt *).

1. System der *arteria subvertebralis impar.* So wird die Arterie bezeichnet, welche bei allen Wirbelthieren gewöhnlich *aorta descendens* genannt wird, bei den Myxinoiden aber auch, aus den Kiemenvenen entstehend, als *aorta ascendens* unmittelbar nach vorn sich fortsetzt.

Hierher gehören also: *aorta descednens*,
arteria sacralis media s. caudalis,
arteria vertebralis impar (Schlangen, Myxinoiden),
arteria vertebralis media capitis (Myxinoiden).

Aus diesem System werden vorzugsweise die Eingeweide versorgt.

2. System der *arteriae subvertebrales laterales*, zwei Stämme, welche durch ihre Lage zur Seite der *subvertebralis impar* und, wie diese, unter der Wirbelsäule, unter und vor den Rippenköpfchen, bestimmt werden.

---

*) Wir halten uns hierbei an die Darstellung von J. Müller in der unten citirten Schrift.

arteria cervicalis profunda *intercostalis prima* *iliolumbalis* *sacra lateralis* *carotides*	Mensch und Säugethiere,

subvertebrale Stämme der Kopfarterien der Fische (*circulus cephalicus*).

3. System der *arteriae vertebrales laterales s. transversales*. Sie liegen über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze.

arteria vertebralis (Mensch, Säugeth., Vögel, Krokodile).

art. intercostalis communis anterior und *posterior* (Vögel, Schildkröten).

Die *intercostalis prima* des Menschen ist also nicht der *art. intercostalis comm. anterior* der Vögel und Schildkröten analog. Beide ersetzen sich in der Abgabe von Intercostalästen.

4. System der *arteriae spinales anteriores* und *posteriores* am Rückenmark. Diese Arterien können aus jedem der drei erstgenannten Systeme entspringen; sie begeben sich durch die Intervertebrallöcher. So allgemein aufgefasst, muss man die *carotis cerebralis* mit ihren Verzweigungen hierher rechnen, analog den *arteriae spinales* der Wirbelsäule.

5. System der *arteriae epigastricae*.

Unpaarige *epigastrica descendens* aus den Kiemenvenen einiger Fische (*Lucioperca*, *Aspro*).

Paarige *epigastrica ascendens* und *descendens* aus der *subclavia* von *Esox*.

mammaria interna siv. epigastrica anterior und

epigastrica inferior der übrigen Wirbelthiere.

6. System der *arteriae intercostales.*

intercostales ventrales, aus den *epigastricae*,
intercostales dorsales, verschiedenen Ursprungs.

Allgemeine Uebersicht über das Venensystem*).

In allen Wirbelthieren findet sich ursprünglich dieselbe oder eine nur wenige Abweichungen zeigende Anlage des Venensystems, die indessen nur bei den Fischen persistent bleibt, bei den übrigen aber sehr bedeutende Veränderungen erleidet. Die Embryonen der Wirbelthiere haben zwei Paar Venenstämme, von denen man das vordere die Jugularvenen oder vorderen Kardinalvenen, das hintere die hinteren Kardinalvenen oder auch blos Kardinalvenen nennt. Indem beide Stämme jeder Seite sich vereinigen, bilden sie zwei quere Stämme, die *ductus Cuvieri,* welche, zu einem gemeinsamen Gange vereinigt, sich in die ursprünglich einfache Vorkammer des Herzens ergiessen. Bei den Fischen bleibt der linke Stamm der hinteren Kardinalvenen gegen den rechten zurück und dieser letztere allein hängt später mit der oder den beiden Schwanzvenen (*vena caudal. profunda*) zusammen. Eine Asymmetrie wird bei den Fischen herbeigeführt, indem die hinteren Kardinalvenen, zu einem gemeinschaftlichen Körpervenenstamm vereinigt, mit der *vena iugularis sinistra* einen *sinus venosus* bilden, in welchen sich die *vena iugularis dextra* einsenkt.

Bei den Schlangen bleiben von den Kardinalvenen, nachdem sie sich von den *ductus Cuvieri* losgelöst, nur die sogenannten *venae renales advehentes* als Fortsätze der

*) Nach J. Müller und H. Rathke in den unten cit. Schriften.

vena caudalis übrig, mit denen bei den Fröschen, Eidechsen und Krokodilen sich die Venen der Hinterbeine verbinden. Bei den Vögeln gehen die Reste der hinteren Kardinalvenen als *venae renales advehentes* in die *venae iliacae.* Bei den Säugethieren gehen, nachdem die hinteren Hälften der hinteren Kardinalvenen verschwunden, die Schwanzvenen in die unterdessen entstandenen *venae hypogastricae* über. Die vorderen Hälften der Kardinalvenen verschwinden nicht gänzlich und werden zum oberen Ende der *vena azygos* und *hemiazygos,* die bei mehreren Säugethieren (Schwein, Wiederkäuer u. a.) getrennt bleiben.

Bei den Schlangen, Vögeln und Säugethieren verkürzt sich der gemeinsame Kanal der Cuvier'schen Gänge und wird in die sich erweiternde, ursprünglich einfache Vorkammer mit aufgenommen, so dass dann jeder Gang für sich, nach Entstehung der Scheidewand, in das rechte *atrium* mündet. Sie erscheinen demnach bei den Amphibien, Vögeln und einigen Säugethieren (Fledermaus, Ratte, Kaninchen u. a.) als die zwei oberen Hohlvenen. Bei anderen Säugethieren bildet sich zwischen den *venae iugulares* eine Anostomose, der Theil der linken Iugularvene zwischen der Anastomose und dem *ductus Cuvieri* ihrer Seite wird resorbirt, daher nur der rechte *ductus Cuv.* als vordere Hohlvene auftritt, der linke aber als das vordere Ende der *vena hemiazygos* übrig bleibt. Bei den Thieren mit vorderen Extremitäten ergiessen sich die *venae subclaviae* in die Iugularvenen.

Die beiden Venenstämme vor dem Herzen bei den Embryonen vielleicht aller Wirbelthiere sind die Iugularvenen, welche die Venen aus dem Schädel, dem Gesicht und der Zunge aufnehmen. Die meisten Wirbelthiere,

nämlich die Fische, Frösche, Schlangen, Vögel und ein Theil der Säugethiere (viele Nager, Pferd, Wiederkäuer) behalten jederseits nur eine, der *vena iugularis externa* des Menschen entsprechende Drosselvene; bei den Eidechsen und Krokodilen aber und anderen Säugethieren bildet sich eine zweite Drosselvene (*v. iugularis interna)* aus der ersten hervor. Indem bei den Vögeln die beiden Iugularvenen mit einander anastomosiren, erlangt gewöhnlich die rechte eine grössere Weite als die linke, und letztere kann sogar (bei den Spechten) ganz verschwinden.

Mit Ausnahme der Fische, wo das System der Iugular- und Kardinalvenen bleibt, treten bei den Wirbelthieren Vertebralvenen auf, welche die Venen der Wirbelsäule und Rippen aufnehmen, die früher mit den Iugular- und Kardinalvenen zusammenhingen. Man bezeichnet sie als *venae vertebrales anteriores* und *posteriores*, die sich jedoch sehr verschieden hinsichtlich ihrer Lage zu den Wirbeln verhalten, indem sie bald unter den Querfortsätzen, bald über den Rippenköpfchen sich befinden, und die man, analog den Arterien, auch in mehrere Systeme bringen kann. So erhält man folgende:

1. System der paarigen Subvertebralvenen. Will man consequent die Venen nach ihrem Verhältniss zur Wirbelsäule gruppiren, so darf man das System der hinteren Kardinalvenen der Fische nicht als dem System der *vena azygos* und *hemiazygos* der höheren Wirbelthiere, denen die *venae vertebrales inferiores* der Batrachier und Ophidier entsprechen, fremd betrachten, sondern die hinteren Kardinalvenen der Embryonen und dieselben persistenten Adern der Fische werden nur durch die *vena azygos* und *hemiazygos* wiederholt. Am Halse der Säu-

gethiere sind die Analoga dieser (von Müller wegen ihrer ursprünglichen Symmetrie *conjugatae* genannten Venen die *venae profundae cervicis.*

2. System der *venae vertebrales laterales s. transversales;* liegen wie die gleichbenannten Arterien über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze. Es sind die *venae vertebrales* am Halse der Schildkröten, Vögel und Säugethiere (*venae vertebrales profundae*), die *venae vertebrales posteriores* der Chelonier, Krokodile und Vögel, welche hier für das System der *azygos* auftreten.

3. System der *vena subvertebralis media.* Diess ist das System der hinteren Hohlvene, welche sich bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren findet, und dem das Pfortadersystem untergeordnet ist. Bei den Fischen wird das System der unteren Hohlvenen allein durch das Pfortadersystem repräsentirt.

Die Wundernetze.

Ausser der feinen Zertheilung der Gefässe in den Kapillarnetzen, zum Zweck der Ernährung, und in den Blutdrüsen ohne Ausführungsgänge finden wir auch sehr häufig noch eine andere Art von Gefässzertheilung, die schon längst unter dem Namen der Wundernetze (*rete mirabile*) bekannt ist. Die Wundernetze kommen sowohl an den Arterien als an den Venen vor und in verschiedener Anordnung. Entweder geht das Gefäss nur einmal in die anastomisirenden oder nicht anastomisirenden Kanäle des Wundernetzes über, und diese zertheilen sich zuletzt in die Kapillaren (diffuse oder unipolare Wundernetze, *rete mirab. unipolare*), so dass das Wundernetz nur einen Wirbel hat; oder die Röhren des Wundernetzes sammeln sich wieder zu einem oder meh-

reren Stämmen, und diese erst nach weiterem Verlauf gehen in das Kapillarnetz über (bipolare oder amphicentrische Wundernetze). In beiden Fällen kann die Bildung des Wundernetzes sich einfach auf die Arterien oder Venen *(ret. mirab. simplex)*, oder auf Arterien und Venen zugleich *(r. m. geminum)* erstrecken, wo dann die Zweige der arteriösen und venösen Theile des Wundernetzes zwischen und neben einander zu liegen pflegen, so dass sie sich berühren, ohne mit einander zu communiciren. Wir wollen die vorzüglichsten Wundernetze aufführen.

1. Das Wundernetz der Pseudobranchie. Die sogenannten Nebenkiemen oder Pseudobranchien sind gefäss- und blutreiche, den meisten Fischen zukommende Organe, welche zum Theil ein kiemenartiges Aussehen haben, zum Theil drüsenartig sind und bei den Knochenfischen im vorderen und oberen Theile der Kiemenhöhle liegen, bei den Plagiostomen aber am vorderen Rande des Spritzloches angewachsen sind. Die kiemenartigen Pseudobranchien liegen frei, die drüsigen sind von Haut und Muskeln bedeckt und oft sehr versteckt. Die feineren Elemente beider Arten sind gleich; es sind Federchen, gebildet aus knorpeligen Stielen, welche zwei Reihen von Blättchen tragen. Die Pseudobranchie erhält arterielles Blut von der *arteria hyoideo-opercularis* (aus der ersten Kiemenvene) oder vom *circulus cephalicus.* Die Arterie vertheilt sich in den Federchen in abweichender Weise, als die Gefässvertheilung auf den Kiemenblättchen ist, indem nicht ein feines Gefässnetz gebildet wird, sondern der Arterienzweig eines jeden Blättchens nur in wenigen Bogen zur Vene gelangt. Die Vene

der Pseudobranchie ist die *arteria ophthalmica magna* für die Chorioidaldrüse und die Chorioidea.

Die Pseudobranchie bietet also ein Beispiel eines *rete mirabile bipolare simplex* dar.

2. Die Chorioidaldrüse der Fische und die Wundernetze der *chorioidea* der übrigen Wirbelthiere. Die Chorioidaldrüse der Fische ist eins der ausgebildetsten Wundernetze, ein bipolares Zwillingswundernetz. Sie steht in genauer Beziehung zur Pseudobranchie, indem sie bei den allermeisten Knochenfischen, welche letztere besitzen, gleichfalls beobachtet ist, bei anderen aber, die die Pseudobranchie nicht haben (z. B. Welse, Aale), auch fehlt. Nur die Störe und Plagiostomen haben die Pseudobranchie ohne die Chorioidaldrüse. Die *vena ophthalmica magna* bildet, ehe sie sich auf der *chorioidea* verzweigt, ein amphicentrisches Wundernetz, und zwischen diesen Röhren liegt das gleichfalls amphicentrische Wundernetz, in welches die Chorioidalvenen vor ihrem Uebergange in die *vena ophthalmica magna* sich verzweigen.

Auch die übrigen Wirbelthiere haben Wundernetze der *chorioidea*, aber diffuse. Bei ihnen ist die Chorioidaldrüse das äussere Blatt der *chorioidea*, in welchem die gröbere Verzweigung der *arteriae ciliares posteriores breves* vor sich geht, und hieraus erst entspringt das eigentliche tiefere Kapillarnetz der Aderhaut. Mit den Venen verhält es sich ebenso.

3. Die Wundernetze der Karotiden. Die aus der ersten Kiemenvene entspringenden Karotiden der Plagiostomen bilden in der Gegend der Augenhöhlen ein amphicentrisches Wundernetz. Diess ist auch bei den Vögeln an dem für die Augen bestimmten Aste der *caro-*

tis interna häufig. Bei den Säugethieren ist es namentlich die *carotis cerebralis* (Wiederkäuer, Pachydermen), welche im Inneren des Schädels in ein bipolares Wundernetz übergeht. Ein sehr schönes Wundernetz wird bei der Katze durch die inneren Gesichtsarterien gebildet hinten in der Augenhöhle.

Die *art. sphenopalatina*, eine unmittelbare Fortsetzung der *carotis*, bildet bei denselben pflanzenfressenden Säugethieren, welche das carotische Wundernetz besitzen (*Antilope*, *Capra*, *Ovis*, *Cervus, Bos, Scrofa* und wahrscheinlich noch anderen) ein ausgezeichnetes Nasalwundernetz. Dasselbe überzieht sämmtliche Wandungen der Nasenhöhle mit Ausnahme der Siebbeinzellen, d. h. die der Berührung mit der eingeathmeten Luft ausgesetzte Fläche der Nasenhöhle, mit Ausnahme der eigentlichen Riechsphäre, und unterscheidet sich dadurch von allen übrigen bisher bekannt gewordenen Wundernetzen, dass die Kapillargefässe unmittelbar von seinen Stämmen abgehen, während sie sonst durch allmähliche Verjüngung der Arterienzweige entstehen.

4. Die Wundernetze der Schwimmblase. Das Gefässsystem der Schwimmblase der Fische zeigt alle mögliche Formen der Wundernetze. Ein diffuses, über die ganze Schwimmblase ausgebreitetes, besitzen die Cyprinen; auch die Hechte haben diffuse Wundernetze in Form von Wedeln, zwischen denen das eigentliche Kapillarnetz, aber in geringer Ausdehnung, sich befindet. Gewöhnlich aber sind diese Wundernetze noch mehr concentrirt, indem es zur Bildung der sogenannten rothen Körper oder Blutgefässkörper kommt. Diese finden sich als bipolare Wundernetze u. a. bei *Gadus*, *Perca*, *Lucioperca*, am vollständigsten bei den Aalen.

5. Die Wundernetze am chylopoetische System. Diese Wundernetze gehören zu den vereinzelten Erscheinungen. Sie kommen namentlich bei einigen Haien, den Thunfischen und dem Schweine vor.

Bei *Lamna cornubica* muss alles für Darm, Magen, Leber, Milz, Pancreas bestimmte Blut vor der Vertheilung auf die Eingeweide durch zwei, im obersten Theile der Bauchhöhle vor und seitlich vom Schlunde liegende Wundernetz, durch welche auch die Venen zurückkehren. Ein unipolares Wundernetz findet sich am Klappendarm von *Squalus vulpes*. Noch complicirter, als bei *Lamna cornubica* ist die Bildung der *retia mirabilia* bei den Thunfischen, indem bei ihnen nicht nur der grösste Theil der Eingeweidearterien vor ihrer Vertheilung, sondern auch die Gefässe des Pfortadersystems, ehe sie in die Leber treten, durch die amphicentrischen Wundernetze gehen. Die kleineren derselben sind spindelförmig, die grösseren gleichen Kegeln, die mit ihrer Basis der Leber angewachsen sind.

Beim Schweine bilden die Gekrösarterien ein diffuses Wundernetz.

6. Intercostalwundernetze werden bei den ächten Cetaceen durch die *arteriae intercostales* gebildet.

7. Die Wundernetze an den Extremitäten und im Schwanze finden sich bei vielen Säugethieren; so an der *arteria brachialis* der Cetaceen, an der *art. brachialis* und *cruralis* mehrerer Edentaten (Faulthier, Gürtelthier), Tarsier u. a. Bei den Raubvögeln, besonders *Sarcoramphus gryphus* werden die *artt. radialis* und *cubitalis*, auch die *brachialis profunda* und die *axillaris* von einem dichten venösen Netze umsponnen und wie von einer Scheide umgeben. An den Beinen von *Carbo*

corm., und *Cygnus olor* umspinnen venöse Plexus einen Theil der *arter. tibialis.* Am Schwanze sind sie bei *Myrmecophaga* und *Bradypus* beobachtet. Auch die Venen können daran Theil nehmen. Diese Netze gehören zu den unvollkommensten, da sie sich häufig nur auf das Zerspalten eines Theils des Gefässes in eine nicht gar grosse Anzahl Nebenzweige beschränken, durch welche der Hauptstamm hindurchtritt.

Den Nutzen der Wundernetze hat man hauptsächlich in einer mechanischen, localen Verlangsamung gesucht, eine Erklärung, die freilich für die venösen Netze ganz unbefriedigend ist. Allerdings wird in der Regel wegen der vermehrten Reibung der Blutlauf verlangsamt werden. Damit aber wird ein reichlicherer Stoffwechsel möglich, und nun sind die venösen Netze an ihrem Platze. Eine solche Auffassung scheinen z. B. die Gekröswundernetze des Schweines zu verlangen. Anders die Wundernetze der Extremitäten von *Bradypus.* Hier scheinen sie ein Mittel zu sein, bei den lang anhaltenden Muskelcontractionen dem Zusammendrücken der Adern vorzubeugen und den Blutlauf ungehemmt von Statten gehen zu lassen. Aehnliches wird für die rein venösen Wundernetze am Flügel der hoch und anhaltend fliegenden Vögel gelten, und auch an den Beinen der Vögel scheinen sie den Druck des *tibialis anterior* und seiner Flechse paralysiren zu sollen.

Das Lymphgefässsystem.

Das den Wirbelthieren (mit Ausnahme von *Branchiostoma)* allgemein zukommende Lymphgefässsystem entsteht in Form eines Netzwerkes, das dem Kapillarnetz der Blutgefässe ähnlich ist, aber stärkere Kanäle hat. Die

Lymphgefässchen finden sich in fast allen Organen, nur in den Knochen und im Auge sind sie bis jetzt nicht beobachtet. Die aus den Netzen hervortretenden Zweige sammeln sich zu grösseren, in die Venenstämme einmündenden Stämmen.

Bei den Fischen liegen ein oder mehrere solcher Stämme unter der Wirbelsäule, andere unterhalb der Seitenlinie, zwischen den Hälften des Seitenmuskels. Letztere münden sowohl durch einen gemeinschaftlichen Sinus in die *vena caudalis*, als, wie die oberen, in die vorderen grossen Venenstämme.

Bei den Amphibien ist das Lymphgefässsystem ausserordentlich entwickelt und bildet häufiger als bei den übrigen Wirbelthieren grössere Cysternen, oder die Blutgefässstämme werden von den Lymphgefässen ganz umhüllt. Sie sammeln sich zu einem oder zwei, in die vorderen Venenstämme einmündenden *ductus thoracici*. Eine eigenthümliche Erscheinung sind auch die Lymphherzen. Es finden sich deren bei den Fröschen vier, bei den übrigen Amphibien zwei. Die vorderen Lymphherzen des Frosches liegen auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, unter dem hinteren Ende der Schulterblätter. Die hinteren aller Reptilien liegen oberflächlich oder auch verborgen unter den Rückenmuskeln (z. B. bei *Pseudopus Pallasii)* in der *regio ischiadica*. Ihre rythmischen Contractionen sind namentlich beim Frosch leicht wahrzunehmen.

Bei den Vögeln spaltet sich ein grosser, vor der Aorta verlaufender Stamm in zwei *ductus thoracici*, welche in die obere Hohlvene gehen. Ein anderer, die Kaudallymphgefässe vereinigender Stamm tritt in die seitliche Kaudalvene. Auch mehrere Vögel (z. B. die Stru-

thionen) besitzen ein contractiles Lymphherz an dem oben erwähnten Kaudalstamme, an dessen Stelle bei den meisten nur eine häutige Erweiterung sich findet.

Die Säugethiere zeichnen sich vor den übrigen Wirbelthieren dadurch aus, dass ihr Lymphgefässsystem sehr reich ist an sogenannten lymphatischen Drüsen *(ganglia lymphatica)*, deren Vorkommen an der Hals- und Brustgegend der Vögel nicht sicher ist. Diese Lymphdrüsen haben die grösste Aehnlichkeit mit den amphicentrischen Wundernetzen der Arterien und Venen und liegen meist ebenso zerstreut, aber doch an bestimmten Orten vorzugsweise angehäuft, wie beim Menschen, also namentlich am Halse, in der Achsel, Lendengegend, im Mesenterium. Besonders bei vielen Raubthieren, den Delphinen und Robben entsteht durch die Vereinigung fast aller Mesenterialdrüsen das von seinem Entdecker sogenannte *pancreas Asellii*, aus welchem bei den Robben nur ein einziger Gang, der *ductus Rosenthalianus* führt. Aus einer unter dem Zwerchfell befindlichen Lymphcysterne gehen ein oder zwei *ductus thoracici*. Sind es zwei, so vereinigen sie sich bald, und dieser Stamm tritt in die linke Schlüsselbeinvene, während kleinere Zweige in die rechte *vena subclavia* und *iugularis* münden.

Fr. Will, Blutgefässsystem von *Alcyonium palmatum*. Fror. Not. B. 28. 1843.

Milne-Edwards, *Recherches pour servir à l'histoire de la circulation du sang chez les Annélides. Ann. d. sc. nat.* 2 *sér.* X. 1838.

Audouin et Millne Edwards, *Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés. Ann. d. sc. n. XI.* 1827.

Das Blutgefässsystem der Daphnien ist sehr ausführlich beschrieben

in der Monographie von E. Schödler, Ueber *Acanthocercus rigidus.* Wiegmann's Archiv 1847.

G. Newport, *On the structur, relations and development of the nervous and circulatory systems, and on the existence of a complete circulation of the blood in vessels, in Myriapoda and Macro urou Arachnida. Philosophical transact.* 1843. S. auch Fror. Not. B. 28. 1843.

Verloren, *Mémoire en réponse à la question suivante: éclaircir par des observations nouvelles le phénomène de la circulation dans les insectes etc.* (in den *Mémoires couronnés etc. par l'Académie royale de Belgique T.* 19. 1847). Dasselbe in „Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften." Bd. I. H. 2.

M. Edwards, *Observations sur la circulation. Ann. d. sc. nat.* 3. *sér. III.* 1845. *p.* 257.

M. Edwards et Valenciennes, *Nouvelles observations sur la constitution de l'Appareil circulatoire chez les Mollusces. l. cit. p.* 307. Fortsetzung in *t. III. p.* 341. ferner in *t. VIII.* 1847. *p.* 37.

Langer, Das Gefässsystem der Teichmuschel. Denkschr. d. Wien. Acad. 1854 und 1856.

J. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Dritte Fortsetzung. Ueber das Gefässsystem. 1841.

H. Rathke, Ueber den Bau und die Entwicklung des Venensystems der Wirbelthiere. In: Dritter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar zu Königsberg. 1838.

J. Hyrtl, Beiträge zur vergleichenden Angiologie. Wien, 1849 (auch in d. I. Bande der Denkschriften der math.-nat. Klasse d. k. Akademie der Wissenschaften). Die ausgezeichneten Fortsetzungen in den folgenden Bänden.

Schröder v. d. Kolk et Vrolik, *Recherches sur les plexus vasculaires chez différents animaux. Ann. d. sc. nat.* 1856. (Aus dem Holländischen.)

Panizza, *Sopra il sistema linfatico dei retilli etc. Pavia*, 1833.

J. Müller, Ueber die Existenz von vier getrennten, regelmässig pulsirenden Herzen, welche mit dem lymphatischen System in Verbindung stehen, bei einigen Amphibien. Müll. Arch. 1834.

Viertes Kapitel.

Die Respirationsorgane.

Durch die Respirationsorgane wird die atmosphärische Luft mit der Ernährungsflüssigkeit oder dem Blute so weit in Berührung gebracht, dass durch die trennenden Membranen hindurch ein Austausch von Stoffen, die Oxydation und Decarbonisation des Blutes geschehen kann. Mag nun aber die Luft unmittelbar geathmet werden, oder die dem Wasser beigemengte Luft zur Respiration dienen, immer ist es in den Respirationsorganen auf eine Vermehrung der Oberfläche abgesehen, die freilich auf eine ausserordentlich verschiedene Weise erzielt werden kann.

Die Wasserathmung kann auf doppelte Art geschehen, durch Kiemen und durch die sogenannten Wassergefässe. Die Kiemen sind gewöhnlich äussere Anhänge von mannichfacher Form, in welchen das Blut die atmosphärische Luft aufsucht, während durch die Wassergefässe das Wasser in grösserer oder geringerer Ausdehnung durch den Körper verbreitet wird und so mit dem Blute in Berührung tritt, ohne dass dieses von seiner allgemeinen Körperbahn abgelenkt zu werden braucht. Daher haben diese Wassergefässe eine grosse Aehnlich-

keit mit den Athmungswerkzeugen der Insekten, den Tracheen, durch welche die Luft in alle Körpertheile geleitet wird. Kann man auf diese Weise Tracheen und Wassergefässe parallelisiren, so ist dies im Allgemeinen auch mit den Kiemen und Lungen zulässig, indem man die nächst den Tracheen für die Luftathmung bestimmten Lungen nicht unpassend mit eingestülpten Kiemen verglichen hat, zu welchen das Blut in der Regel auch in einer besonderen Bahn tritt. Dabei treffen wir zahlreiche Modificationen; so wird, um nur das abweichendste Beispiel anzuführen, die Kieme der Holothurien völlig lungenhaft, indem sie ganz in das Innere des Körpers eingestülpt ist. In vielen Fällen unterscheidet sich die Oberfläche der Körperanhängsel, welche man Kiemen nennt, wenig oder nicht von der allgemeinen Hautoberfläche, so dass alsdann die Kiemen sich nur durch ihren grösseren Blut- und Gefässreichthum auszeichnen. Und so kann, wo eine besondere Kiemenentwicklung nicht statt findet, die Hautbedeckung selbst, namentlich wenn sie eine zartere schleimhautartige Beschaffenheit angenommen, als Athemorgan fungiren. Sie scheint jedoch nur selten das alleinige Athemorgan zu sein.

1. Die Respirationsorgane der Echinodermen*).

Bei den Echinodermen ist auf sehr mannichfache Weise für die Athmung gesorgt, indem das Wasser theils in die Leibeshöhle aufgenommen wird, theils durch eigenthümliche Kanalsysteme durch den Körper verbreitet, theils auch durch besondere innere, vielleicht auch äus-

---

*) Ueber die Respirationsverhältnisse der Polypen und Quallen vergleiche man oben Seite 225 ff.

sere Kiemen mit den Blutgefässen in Berührung gebracht wird.

Das in der Leibeshöhle der Echinodermen enthaltene Wasser, dessen Aufnahme theils auf endosmotischem Wege geschieht, wie bei den Asterien durch eine Menge contractiler (geschlossener) Röhrchen auf dem Rücken, theils direct durch besondere Oeffnungen, so bei den Ophiuren durch die Interradialspalten, scheint von grosser Wichtigkeit zu sein. Es bespült die Eingeweide und deren Blutgefässe unmittelbar und wird durch Flimmerepithelium in bestimmter Strömung erhalten.

Eine zweite Athemvorrichtung ist in dem Wassergefässsystem gegeben, dessen radiäre Kanäle sich nach den Ambulacris begeben, um die Ampullen der die Bewegung vermittelnden Ambulacralbläschen zu füllen. Auf den Wänden dieser Ampullen verbreiten sich Blutgefässe in sehr feinen Zertheilungen, und es dienen diese Organe also zugleich zur Athmung. Die Radialkanäle entspringen aus einem Ringkanal, der unweit des Mundpoles in der Nähe des Nervenringes und des Blutgefässringes sich befindet. Die wichtigsten Anhänge dieses Ringkanales sind diejenigen, durch welche das Wasser in ihn gelangt; es sind ein, mehrere oder viele Kanäle, deren Enden entweder frei in der Leibeshöhle flottiren oder von den Körperwandungen ausgehen. Letzteres ist am deutlichsten, wo eine oder mehrere sogenannte Madreporenplatten vorhanden, ein poröses Kalkgebilde, durch welches das Wasser von aussen unmittelbar in den zuführenden Kanal aufgenommen wird. Bei den Asterien wird die Madreporenplatte durch den labyrinthischen Steinkanal fortgesetzt. Als Analogon findet sich unter den Echinen bei *Cidaris* ein in seinen Wänden

dicht mit Kalkplättchen ausgestatteter, bei *Echinus* ganz weicher Kanal, der von der Madreporenplatte zum Mund-Wassergefässring herabsteigt. Auch die Ophiuren besitzen diesen Kanal, der hier aber von einem Mundwinkel ausgeht; eine Madreporenplatte bemerkt man jedoch nur bei den *Euryalae.* Hierdurch wird der Uebergang zu den Holothurien gebildet, bei denen das Ende des hier nur uneigentlich so zu nennenden Steinkanals frei in der Bauchhöhle endigt. Dieses Ende ist bei den Molpadien, Chirodoten und Synapten mit einer madreporenplattenartigen Krone versehen. Bei den Crinoideen scheint ein Analogon der Madreporenplatte in den sparsam porösen Platten der Bauchseite der Scheibe gegeben zu sein.

Als zweite Gattung von Anhängen des Ringkanales sind die beutel- oder schlauchförmigen sogenannten Polischen Blasen zu erwähnen.

Die fünf Paar tentakelartigen, contractilen und hohlen Blättchen in der Nähe des Mundes der Echinoiden würde man mit grösserer Gewissheit als äussere Kiemen anzusehen haben, wenn man den Eintritt der Blutgefässe in sie bemerkt hätte, was bis jetzt nicht geschehen.

Die Holothurien haben innere Kiemen. Der Stamm derselben entspringt aus der Cloake des Darmkanals, durch welche das Wasser aus- und eingepumpt wird, theilt sich aber bald in zwei, fast durch die ganze Leibeshöhle ragende Aeste. Diese sind mit vielen verzweigten Blindsäckchen besetzt, und der eine von ihnen ist eng mit dem Darmkanale, der andere mit den Leibeswandungen verbunden.

2. Die Respirationsorgane der Würmer.

Infusorien. Man hat bis in die neuere Zeit ganz

allgemein angenommen, dass die Infusorien der besonderen Athmungswerkzeuge entbehrten, und dass ihre Respiration lediglich durch die Haut vermittelt werde. Diese ist auch, zumal wenn sie wimpert, ganz zu diesem Zweck geeignet, allein diese Hautrespiration scheint doch bei den meisten Infusorien nicht auszureichen. Als Respirationsorgane müssen wir die contractilen Blasen ansehen, welche bei den meisten Arten verschieden an Zahl und Form beobachtet worden sind. Nach meiner Entdeckung an *Bursaria leucas*, deren contractiles Organ zahlreiche, über den ganzen Körper sich erstreckende Ausstrahlungen im Zustande der Expansion besitzt, findet sich an der contractilen Blase einer constanten Mündung nach Aussen, und man kann beobachten, dass der wasserklare Inhalt der Blase durch jene Mündung entleert wird, und dass die Blase sich wieder von Neuem füllt, mit einem Worte, dass sie ein Respirationsorgan ist, gleichwerthig mit dem von mir bei den Turbellarien nachgewiesenen Wassergefässsystem. Auch bei *Paramaecium aurelia* habe ich die Oeffnungen der beiden contractilen sternförmigen Organe beobachtet *).

*) Die Richtigkeit meiner Beobachtung einer Oeffnung ist von Lieberkühn, Lachmann und Claparède (in Müll. Arch. 1856 und 57 und in den ausgezeichneten *Études sur les Infusoires etc. Genève* 1858, die mir leider erst jetzt, wo meine neue Auflage im Druck ist, zugegangen sind) entschieden in Abrede gestellt. Die contractile Blase sammt ihren Ausstrahlungen soll ein wirkliches Gefässsystem sein. Nachdem aber meine Entdeckung u. a. durch Rood (Sillm. *Journal* 1853. *XV. p.* 10 an *Paramaecium aurelia* bestätigt ist, und Stein, wie er mir schreibt und wie er in einem demnächst erscheinenden Werke über die Organisation der Infusorien näher auseinandersetzen wird, die Oeffnung an *Bursaria leucas* überaus bestimmt und oft gesehen, kann über das Vorhandensein derselben wohl kaum noch gestritten werden. Rood sowohl

Strudelwürmer. Gewiss findet bei allen Strudelwürmern eine Hautrespiration statt. Besondere Respirationsorgane sind in allen Ordnungen, besonders aber bei den Rhabdocölen in Form eines Wassergefässsystems erkannt. Dieses besteht in der Regel aus zwei Hauptkanälen, die entweder gesondert nach aussen münden (*Prostomum, Derostomum, Typhloplana sulphurea*), oder vermittelst starker Querkanäle durch eine gemeinschaftliche Oeffnung das Wasser aufnehmen (z. B. *Mesostomum).* Die feineren Verzweigungen dieser Wasserkanäle sind namentlich in *Derostomum unipunctatum* verfolgt. Das Wasser wird in ihnen durch hie und da angebrachte Flimmerläppchen in Bewegung gesetzt, doch scheint diess allein nicht auszureichen, die Stagnation zu verhüten, und um das Wasser gänzlich zu erneuen, ziehen sich die Rhabdocölen oft plötzlich zusammen, wie die Räderthiere, wodurch die Flüssigkeit auf einmal aus den Gefässen gepresst wird. Bei der Ausdehnung wird dann frisches Wasser eingesogen. Auch ist öfters an den Stigmen das äussere Flimmerepithelium besonders ausgebildet und thätig, so dass an diesen Mündungen die den ganzen Körper umspülende Wasserströmung verstärkt ist. Bei vielen Mesostomeen beginnt das Wassersystem mit einem becherförmigen, contractilen Schlauche, wodurch das Ganze dem Gefässsystem der Cestoden, und Trematoden sehr ähnlich wird.

Den Körper der Dendrocölen durchzieht gleichfalls ein mit Wimperläppchen in den feineren Verzweigungen versehenes Wassergefässsystem, und ein solches ist vielleicht auch bei allen Nemertinen vorhanden,

---

wie Stein sind übrigens der Ansicht, durch die Blase werde durch den Mund aufgenommenes Wasser entleert.

wo es bis jetzt bei zwei Arten, *Prorhynachus stagnalis*, aus dem süssen Wasser, und *Testrastemma obscurum* gefunden.

Helminthen. Bei den meisten Helminthen ist keine Spur besonderer Athemorgane vorhanden. Nur bei vielen Trematoden (*Diplozoon*, *Aspidogaster* u. a.) dürfte das verzweigte Gefässsystem, in welchem in unregelmässigen Abständen Flimmerorgane angebracht sind, Wasser führen, obschon dieses, bei dem Mangel äusserer Oeffnungen, durch Endosmose eingenommen werden müsste. Dem steht jedoch nichts im Wege, und es würde dieses Wassergefässsystem sich ganz wie das stigmenlose Tracheensystem vieler Insektenlarven verhalten*).

Ringelwürmer. Bei den Hirudineen und Lumbricinen sind die Athemorgane Wassergefässe zu beiden Seiten des Darmkanals, welche am Bauche nach aussen münden und Schleifen mit oder ohne Erweiterung oder vielfach gewundene, unregelmässige Knäuel darstellen. In den meisten Fällen sind im Innern dieser Kanäle Flimmerorgane beobachtet. Bei der auf dem Krebse schmarotzenden *Branchiobdella* finden sich vier schleifenförmige Organe. Ihr Ausführungsgang geht in eine gelbgefärbte Erweiterung, auf welche mehrere sich an ein-

*) Nach Kölliker (Bericht von der zootomischen Anstalt in Würzburg) findet sich jedoch bei *Tristomum papillosum* Dies. neben dem geschlossenen Gefässsystem, was derselbe für das eigentliche Blutgefässsystem hält, ein anderes durch den ganzen Körper verzweigtes Wassergefässsystem, dessen zwei Seitenstämme an der Bauchseite nach aussen münden. Uebrigens könnte von einem wahren Wassergefässsystem und überhaupt Athmungsorgan doch nur bei denjenigen Helminthen die Rede sein, die wirklich mit dem Wasser in Berührung kommen, nicht bei den im Inneren der Organe lebenden.

ander legende Kanalwindungen folgen. Bei den übrigen Gattungen dieser Familie ist die Anzahl dieser Kanäle grösser (17 Paare bei *Sanguisuga* und *Nephelis).* Die gewöhnliche Angabe, dass bei ihnen die Flimmerläppchen fehlen sollen, beruht wohl auf mangelhafter Beobachtung. In den mit den Kiemengefässknäueln von *Nephelis vulgaris* zusammenhängenden Blasen, welche Blut enthalten, befinden sich die Blutkörperchen in einer fortwährenden tanzenden Bewegung, hervorgebracht durch ein eigenthümliches, mit Flimmern besetztes, rosettenförmiges Organ. Die auch bei den Lumbricinen in grösserer Anzahl vorhandenen Kanäle bilden hier in der Regel vielfach verschlungene Knäuel, in welchen man daher die Flimmerbewegung nach verschiedenen Richtungen hin bemerkt. Man überzeugt sich am leichtesten bei den Naiden, dass das freie Ende der Kanäle in die Leibeshöhle sich öffnet. Das Verhältniss dieser Gefässe zu den Blutgefässen und zu der in der Leibeshöhle dieser Würmer enthaltenen Ernahrungsflüssigkeit (vergl. oben S. 234) ist aber durchaus noch nicht genügend aufgeklärt.

Die äusseren Kiemen der übrigen Ringelwürmer sind an den verschiedensten Körperabschnitten und in mannichfacher Gestalt angebracht. Es sind Fäden und einfache oder verästelte Läppchen und Bäumchen, die häufig contractil und entweder ganz mit Flimmerepithelium überzogen oder nur mit einigen Cilienreihen versehen sind.

Die Kiemen mancher Capitibranchiaten liegen am Kopfende in der Ebene der Körperaxe und bestehen aus einem oder zwei gefiederten Stämmen (*Sabella*, *Serpula)*, während andere Kopfkiemer die gefiederten oder baumförmigen Kiemen im Nacken haben (*Amphitrite*, *Te-*

rebella). Die vielgestaltigen Kiemen der Dorsibranchiaten stehen paarweise auf den meisten, namentlich auf den mittleren Körperabschnitten. Sie sind bei den Ariciden und Nereiden zu einfachen Blättchen verkümmert und scheinen den Aphroditen ganz zu fehlen. Bei diesen wird aber wahrscheinlich die Kiemenrespiration durch Aufnahme von Wasser in die Leibeshöhle ersetzt. Darauf deutet das den gesammten Bauchraum überziehende Flimmerepithelium hin, auch sind unter dem Rückenfilze zahlreiche offene Röhrchen beobachtet, welche das Wasser ein- und auslassen.

3. Die Respirationsorgane der Arthropoden.

Räderthiere. Fast ausnahmslos finden sich in der Leibeshöhle der Räderthiere ein Paar längs der beiden Seiten verlaufende Kanäle mit zelliger Wandung, deren Ausläufer die sogenannten Zitterorgane sind. Letztere sind entweder cylindrisch oder münden trompetenförmig. Immer nämlich scheinen sie nach der Leibeshöhle offen zu sein, und inwendig haben sie mehrere Flimmerläppchen. Ihre Zahl übersteigt selten zehn; nur in einigen Species von *Notomata (myrmeleo, syrinx* u. a.) ist sie sehr vermehrt, und dann sitzen die Zitterorgane auf einem besonderen Aste der Respirationskanäle. Das so beschaffene Röhrensystem jeder Seite mündet in eine contractile, mit der Cloake in Verbindung stehende Blase. Den Vergleich mit einem wirklichen Athemorgan hält dieser Apparat nicht aus, vielmehr dürfte er dazu dienen, das durch noch nicht entdeckte Oeffnungen oder durch Endosmose in die Leibeshöhle gedrungene und mit der Blutflüssigkeit zum Zweck respiratorischen Austausches vermischte Wasser wieder aus dem Körper zu schaffen,

jedoch will Cohn ein regelmässiges Aus- und Einpumpen von Wasser vermittelst der contractilen Blase beobachtet haben.

Unerklärlich ist übrigens, wenn keine besondern Oeffnungen vorhanden sind, die Möglichkeit des plötzlichen totalen Zusammenschnellens vieler Räderthiere. Alle diese Verhältnisse haben in der Abtheilung der Gliederthiere kaum ein Analogon, wohl aber bei den Würmern (Respirationskanäle der Lumbricinen und Hirundineen).

Crustaceen. Die Crustaceen athmen, mit Ausnahme nur ganz einzelner Isopoden vermittelst Kiemen, deren Bildung aber so mannichfaltig ist, wie wir sie kaum in einer anderen Klasse wiederfinden. Häufig werden diese Kiemen nur durch eine Verdünnung der Körperbedeckung hervorgebracht, ohne dass diese zu besonderen Anhängen sich gestaltete; gewöhnlich aber sind die Kiemen selbständige Organe, in welche das Blut durch besondere Nebenbahnen geleitet wird, und an denen, wenn sie sich nicht selbst bewegen, der Wasserwechsel bei Abwesenheit der Flimmerorgane durch besondere Strudelwerkzeuge bewirkt wird. Sehr häufig sind sie an den Füssen befestigt. Wenn die Körperbedeckung selbst in grösserer oder geringerer Ausdehnung zur Kieme wird, indem sie eine dünnere Beschaffenheit annimmt oder Blätter und Falten bildet, begeben sich in diese Stellen kleine, ganz wandungslose, verzweigte und nur durch sparsames Parenchym getrennte Blutströmchen. Diess ist z. B. der Fall bei den meisten Lophyropoden; auch gehört in diese Kategorie der Kiemen das häutige Kopfschild der Caligiden, die Schwanzblätter und Seitentheile des Rückenschildes von *Argulus*, das Rückenschild von *Apus*. Bei mehreren Lophyropoden

(z. B. *Daphnia, Acanthocercus*) nehmen die Endglieder mehrerer Fusspaare eine blattförmige Gestalt an und werden zu wahren Kiemen, indem sie besondere Blutströmchen empfangen und durch fortwährende pendelnde Bewegung das Wasser erneuern. Eine andere Form der Athemorgane finden wir in kleinen ei-, birn- oder lanzettförmigen Anhängen, wie sie die Lepaden, Phyllopoden, mehrere Lophyropoden *(Acanthocercus)*, die Lämodipoden, Amphipoden und mehrere Stomatopoden an den Füssen oder Afterfüssen, die Lämodipoden auch frei am Leibe haben. Die Zahl dieser Kiemenblätter nimmt zu bei den Isopoden, noch mehr an den Afterfüssen der Pöcilopoden. Sehr entwikkelte Kiemen haben mehrere Stomatopoden, so namentlich die Squillen, deren aus kammförmig geordneten Fäden bestehende Kiemenbüschel von den fünf Afterfusspaaren (Schwimmfüssen) getragen werden. Die an oder neben der Basis der Füsse des Cephalothorax und an den hinteren Beikiefern angebrachten Kiemen der Decapoden liegen in zwei, durch die Seitentheile des Schildes gebildeten Kiemenhöhlen, in welche das Wasser durch eine untere Spalte gelangt, während es seitlich von den Mundtheilen durch fortwährende Bewegung der Geisseln und anderer Anhänge der Beikiefern wieder ausgetrieben wird. Die einzelnen Kiemen sind sehr verschieden gestaltet; häufig ist die Pyramidenform, indem von einem mittleren, einen arteriellen und einen venösen Kanal enthaltenden Schafte nach mehreren Seiten Blättchen abstehen, die nach der Spitze zu allmählich kleiner werden.

Alle diese Kiemen sind für die Wasserathmung bestimmt; selbst die Landisopoden scheinen zwischen ihre Kiemenplatten Feuchtigkeit aufzunehmen, wobei die äus-

sere Lamelle eines jeden Kiemenpaares der inneren als Deckel dient. Mehrere Onisciden jedoch (z. B. *Porcellio)* haben in den beiden ersten Paaren der Decklamellen eine Höhle mit einem sehr feinen Luftgefässnetze, und bloss auf Luftathmung scheint *Tylos* angewiesen zu sein, in dessen unter den Deckplatten verborgenen Lamellen sich Luftsäcke finden.

Das Tracheensystem der Myriopoden kommt in allen wesentlichen Stücken mit dem der Insekten überein.

Arachniden und Insekten. Bei den Tardigraden, Pycnogoniden und mehreren Acarinen hat man besondere Athmungsorgane nicht gefunden.

Die Athmungsorgane sämmtlicher übrigen Arachniden und Insekten lassen sich auf einen Typus zurückführen, den der Tracheen.

Wir sehen das Tracheensystem am reinsten ausgebildet bei den Insekten. Die Tracheen sind cylindrische Röhren, durch welche die Luft in alle Theile des Körpers geleitet wird; sie bestehen aus einer äusseren, meist farblosen (Peritoneal-) Haut und einer inneren homogenen Chitinhaut. Reifenförmige oder spiralige Verdickungen der letzteren geben den Tracheen das Ansehen, als ob sie durch einen selbständigen Spiralfaden ausgespannt erhalten würden.

Man kann die Tracheen der Insekten in Lungen- und Kiementracheen eintheilen. Die letztere Art ist die bei einer Anzahl der im Wasser lebenden Larven gewöhnliche; sie unterscheidet sich von der anderen durch den Mangel von Luftlöchern, indem die Luft aus dem Wasser durch feine, auf der Körperoberfläche *(Chironomus, Tanypus)* oder auf besonderen kiemenartigen An-

hängen ausgebreitete Tracheenzweige oder auch durch isolirte Tracheenbüschel absorbirt wird. Diese wird erst von hier aus in die grossen Luftröhrenstämme zur weiteren Verbreitung übergeführt. Die Aehnlichkeit mit den Kiemen ist also nur eine sehr entfernte, da nie eine eigentliche Wasserathmung bei den Insektenlarven statt findet. Denn selbst bei den Larven und Puppen von *Aeschna* und *Libellula*, welche regelmässig Wasser in den Mastdarm ein- und auspumpen, wird die Luft durch die in den Darmhautfalten befindlichen zahlreichen Luftröhrenverzweigungen unmittelbar aufgenommen.

Viel verbreiteter ist jedoch diejenige Form des Tracheensystems, wo die Tracheenstämme mit Athemlöchern (*stigmata*, *spiracula*) beginnen, deren Rand gewöhnlich mit Haaren dicht besetzt ist, und die häufig durch Muskeln willkürlich geöffnet und geschlossen werden können. Die Stigmata sind zwischen je zwei Leibessegmenten, nie aber zwischen Kopf und Prothorax und zwischen den beiden letzten Hinterleibssegmenten. Uebrigens ist ihre Zahl und Stellung ausserordentlich verschieden. Die gewöhnliche Anordnung des Tracheensystems ist die, dass zwei Tracheenstämme in der Nähe der Stigmen oder Tracheenkiemen liegen, von welchen aus sich die Aeste in den Körper erstrecken. Seltener entspringen die Körperäste unmittelbar aus den Stigmen, wobei aber doch auch kleinere Verbindungsröhren zwischen je zwei Athemöffnungen nicht fehlen.

Die blasenförmigen Erweiterungen der Tracheen, mit denen z. B. manche gut und lange fliegende Abend- und Nachtschmetterlinge, die Lamellicornien u. a. versehen sind, scheinen denselben Zweck zu haben, wie die Luftsäcke der Vögel. Wegen des Mangels der Spiralfäden

gewöhnlich collabirend, werden sie vor dem Auffliegen unter eigenthümlichen, namentlich bei den Lamellicornien (Maikäfer) auffallenden Bewegungen voll Luft gepumpt und vergrössern das Körpervolumen, ohne eine merkliche Gewichtszunahme zu verursachen.

Vergleichen wir hiermit die Respirationsorgane der Arachniden, so stimmen viele Milben, die Phalangien und Pseudoscorpien insofern mit den Insekten überein, als auch sie durch ein System von Kanälen athmen, welche von einem bis drei Paar Stigmen, meist über oder zwischen den Beinen oder an den ersten Hinterleibssegmenten gelegen, ausgehen. Jedoch nur bei wenigen Milben ist dies Tracheensystem verästelt, gleich dem der Insekten, bei den übrigen verzweigen sich die Kanäle nicht, und ein solches unverzweigtes Tracheensystem kommt auch vielen, vielleicht allen Araneen zu, ausser den sogenannten Lungen. So gehen z. B. bei *Salticus* zwei Tracheenbüschel von zwei am Hinterleibe gelegenen Stigmen aus, während bei *Segestria*, *Dysdera* und *Argyronecta* die beiden Stigmen nahe bei den sogenannten Lungensäcken liegen. Bei den übrigen Spinnen, wo das Tracheensystem mehr rudimentär wird, besteht es aus einem kurzen, vor den Spinnwarzen sich öffnenden Stamme mit vier, durch ihre platte Form sich auszeichnenden einfachen Aesten. Sehr häufig fehlt den Tracheen der genannten Arachniden der Spiralfaden; auch ist eine häufige Folge der Abwesenheit des Spiralfadens, dass die Tracheen nicht cylindrisch, sondern platt und bandförmig werden.

Als eine Modification eines Büschels platter, unverästelter Tracheen kann man nun die sogenannten Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen be-

trachten, die nur eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der Wirbelthiere haben. Die Höhlungen (8 bei den Scorpioniden, 4 bei den Phryniden und Mygaliden, 2 bei den übrigen Araneen), welche paarweise in den Hinterleibssegmenten liegen, und deren jede mit einer Spaltöffnung (= Stigma) mündet, entsprechen den längeren oder kürzeren Stämmen, von denen die platten, bandförmigen, unverästelten Tracheen entspringen. Letzteren aber sind die blätterförmigen und ihrer Form wegen fächerartig geordneten Hautduplicaturen, aus Chitin bestehend, homolog, welche auf der convexen Fläche der Höhlen stehen, so dass von den Höhlen aus die Luft in sehr dünnen Schichten zwischen die Lamellen der einzelnen Blätter eindringt. Die Blätter haben einen gemeinsamen, der Peritonealmembran der Tracheen entsprechenden Ueberzug, von wo aus verschiedene Muskeln, welche das Zusammenfallen des Apparates verhindern, nach den Leibeswandungen gehen. Durch verschiedene, in dem gemeinsamen Ueberzuge sich vorfindende Oeffnungen ergiesst sich das Blut von der Leibeshöhle her zwischen die Abtheilungen des Fächers und umspült die Blätter unmittelbar.

Wir haben die Aehnlichkeit dieser Athmungsvorrichtung mit den Lungen eine oberflächliche genannt; gleichwohl ist sie da und beruht hauptsächlich auf der Localisirung des Apparates, während im Allgemeinen das Tracheensystem diffus ist, d. h. von den Stigmen aus sich auch in die entferntesten Körpertheile verbreitet.

4. Die Respirationswerkzeuge der Mollusken.

Acephalen. Die Salpen haben eine einfache, in der Kiemenhöhle schräg ausgespannte Kieme, die am

Vorderende das Blut aus den Körpergefässen empfängt und es an das Herz abgiebt. Der Wasserwechsel wird theils durch die Cilien, welche die Kieme äusserlich besetzen, namentlich aber durch die Contractionen der Schwimm- oder Kiemenhöhle hervorgebracht.

Bei den Ascidien erscheint die Kieme in Form eines grossen, mit einer einfachen Oeffnung oder kurzen Röhre versehenen Athemsackes, durch welchen auch die Nahrung gehen muss. Die Haut dieser Respirationshöhle zeigt sehr regelmässige Längs- und Querleisten, wodurch sie in lauter viereckige Falten getheilt wird, zwischen denen die Blutkanäle sich befinden. Zwei grössere sinusartige Kanäle in den Kurvaturen des Athemsackes sind die Stämme von Querkanälen, auf denen Längskanäle senkrecht stehen.

Bei den Brachiopoden versehen die beiden Mantelhälften den Dienst der Kiemen.

Die Lamellibranchiaten haben zwei Paar Kiemen. Das äussere Blatt berührt die Innenfläche des Mantels, das innere liegt auf dem Abdomen und dem Fusse auf. Sie empfangen das Wasser, jenachdem der Mantel weniger oder mehr verwachsen ist, durch die grosse Mantelspalte, oder es sind im Mantel besondere Schlitze oder Röhren angebracht, durch deren eine das Wasser eingenommen wird, während es durch die andere (obere) mit den Fäces ausfliesst. Im Innern der Mantelhöhle und längs der Kiemen bewirkt das Flimmerepithelium regelmässige Strömungen. Auf den Kiemenblättern bemerkt man ein ähnliches Gitterwerk, wie bei den Ascidien, dem die Gefässvertheilung entspricht. In die durch die Querscheidewände zwischen den beiden Lamellen der Kiemenblätter entstandenen Fächer führen an

der Basis der Kiemen gelegene Mündungen. Die Fächer dienen zur Aufnahme der Eier, und auch der Samen gelangt in sie.

Mehrere Muscheln (*Arca*, *Mytilus*, *Pecten*, *Spondylus*) zeigen eine sehr abweichende Kiemenbildung, indem ihre scheinbaren Kiemenblätter eine Menge neben einander liegender Fäden sind, deren jeder auch aus zwei Lamellen besteht.

Cephalophoren. Die Unterordnung der Pulmonaten athmet Luft, welche in eine gewöhnlich am Vorderrücken befindliche Lungenhöhle durch ein, bei den rechts gewundenen Schnecken rechts, bei den links gewundenen links liegendes und verschliessbares Athemloch aufgenommen wird. Bei den Wasser-Lungenschnecken ist die Höhle mit Flimmerepithelium ausgekleidet. Das auf der Fläche der Lungenhöhle leisten- und gitterartig hervortretende Gefässnetz scheint immer aus wandungslosen Kanälen zu bestehen.

Die übrigen Cephalophoren, mit Ausnahme der Apneusten, einiger Pteropoden und Heteropoden, bei denen man besondere Athemorgane nicht entdeckt hat, athmen durch Kiemen der verschiedensten Form und in der verschiedensten Lage, welche namentlich bei den Gasteropoden die zoologische Systematik zur Eintheilung benutzt hat. Wir müssen der Zoologie die nähere Beschreibung dieser Kiemen überlassen.

Sehr merkwürdig verhalten sich einige amphibisch lebende Gasteropoden, die durch das gleichzeitige Vorhandensein von Kiemen und Lungen zur Wasser- und zur Luftathmung geschickt sind. *Onchidium* besitzt, ausser der ganz auf das Hinterleibsende gerückten Lungenhöhle, eine Anzahl contractiler Bäumchen, die wahrscheinlich

als Kiemen wirken, *Ampullaria* über der Kiemenhöhle eine sich in dieselbe öffnende Lungenhöhle. Wir werden hierdurch an die doppelte Athemorgane besitzenden Fische erinnert.

Cephalopoden. Die Nautilinen haben vier, die übrigen Cephalopoden zwei pyramidenförmige Kiemen, die, mit der freien Spitze nach oben gerichtet, in der Mantelhöhle liegen und an den Mantel befestigt sind. Die Kiemenarterie befindet sich an der dem Mantel verbundenen, die Vene an der gegenüberliegenden freien Kante, und die Gefässe zwischen beiden Stämmen verbreiten sich entweder auf zahlreichen dreieckigen Blättchen (bei den Naut. und Lolig.), oder die Gefässe bilden Bogen, auf deren convexem Rande eine Menge Hautfalten stehen. Beim Mangel von Flimmerorganen geht die Wassererneuerung nur durch die regelmässigen Athembewegungen vor sich. Das bei geöffnetem Mantel zu beiden Seiten des Trichters eintretende Wasser wird, indem sich der Mantelrand an den Körper anlegt, durch den Trichter ausgespritzt.

Ausser durch die beschriebenen Organe scheint der Athmungsprocess bei den Mollusken nicht selten durch ein, für siech bestehendes System von Wasser führenden Kanälen gefördert zu werden, dessen Existenz sich bei den Lamellibranchiaten durch das Ausspritzen von Wasserstrahlen aus bestimmten Oeffnungen zu erkennen giebt, wenn man das Thier plötzlich aus dem Wasser nimmt. Ueber das nähere Verhalten dieses wohl wandungslosen Wassergefässsystems fehlen genauere Untersuchungen, welche die vielen hier obwaltenden Widersprüche zu lösen geeignet wären.

5. Die Respirationsorgane der Wirbelthiere.

Fische. Ueber die knöchernen Theile des Kiemenapparates der Fische vergl. oben S. 151 f.

Bei *Branchiostoma* gelangt das Wasser durch den Mund sogleich in einen Kiemenschlauch, der nach hinten in die Speiseröhre übergeht. In den Seiten des mit Flimmerepithelium ausgekleideten Schlauches finden sich zahlreiche, mit dem Wachsthum des Thieres bis auf hundert sich vermehrende Spalten, zwischen denen Knorpelstäbchen liegen, und durch welche das Wasser in die Bauchhöhle tritt. Aus dieser läuft es durch eine Oeffnung ab, durch welche auch Eier und Samen gehen.

Bei den Cyclostomen tritt das Wasser nicht durch den Mund, sondern durch besondere Gänge mit äusseren Oeffnungen in die platten Kiemensäcke. Solcher Kiemensäcke sind jederseits sechs bis sieben, und die ihnen das Wasser zuführenden *ductus branchiales externi* gehen entweder *(Petromyzon, Ammocoetes, Bdellostoma)* von eben so vielen getrennten Athemlöchern aus, oder entspingen von einer gemeinsamen Oeffnung *(Myxine)*. In derselben Richtung, wie die äusseren Gänge in die Kiemensäcke eingetreten, verlassen diese die inneren Kiemengänge. Sie münden bei *Petromyzon* in einen besonderen, vor der Speiseröhre liegenden *bronchus*, welcher hinten blind endigt. Bei den übrigen Cyclostomen aber führen sie als *ductus branchiales oesophagei* in die Speiseröhre, aus welcher endlich das Wasser durch einen besonderen, unpaarigen, links gelegenen Kanal, den *ductus oesophageo-cutaneus* entleert wird. Die Mündung dieses Kanals fällt bei *Myxine* mit dem gemeinsamen, bei *Bdellostoma* u. a. mit dem letzten Stigma zusammen.

Auch die Plagiostomen haben keine gemeinschaftliche Kiemenhöhle, sondern von einander getrennte Kiemensäcke, gewöhnlich fünf. Sechs hat *Hexanchus*, sieben *Heptanchus*. Jeder hat eine innere und eine äussere Oeffnung. Die Kammern entstehen durch häutige, von den Kiemenbogen bis zur äusseren Haut reichende Diaphragmen, durch welche auch die beiden Kiemenblättchenreihen auf den Kiemenbogen getrennt werden. Die vorderste, an dem Zungenbeine befestigte Kieme besteht jedoch nur aus einer einfachen Blättchenreihe, und so sind im Ganzen bei den Plagiostomen nur vier und eine halbe Kieme da.

Bei den Ganoiden und Knochenfischen liegen die Kiemen in einer gemeinsamen Höhle, in welche das Wasser durch die zwischen den Kiemenbögen befindlichen Lücken eintritt, während es durch die grössere oder kleinere Spalte zwischen Kiemendeckel und Brustflossen ausläuft. In der Regel trägt jeder der vier Kiemenbögen auf dem convexen, der Kiemenhöhle zugewendeten Rande zwei Reihen von Kiemenblättchen, die gewöhnlich nur an der Basis mit einander verwachsen sind und durch zwei sich kreuzende Muskeln gegen einander bewegt werden können. Sie werden durch ein knorpeliges oder knöchernes Stäbchen aufrecht erhalten und haben eine grosse Menge die Oberfläche sehr vermehrender Querfalten, auf denen sich das respiratorische Gefässnetz ausbreitet. Uebrigens aber erhält jedes Kiemenblättchen auch ein ernährendes Gefäss.

Einige der merkwürdigsten Abweichungen in der Zahl der Kiemen sind folgende: Am häufigsten trägt der vierte Kiemenbogen nur eine Halbkieme, bei den *Labroidei cycloidei* und *ctenoidei*, bei vielen Kataphracten, *Cy-*

clopterus, *Zeus* u. a. Dann kann eine ganze Kieme, vorn oder hinten, ausfallen, wie bei *Lophius*, *Tetrodon*, *Diodon*, *Tribranchus*. *Malthe* hat nur zwei und eine halbe, *Amphipnous* nur zwei Kiemen, davon die eine unvollständig.

Eine respiratorische Kiemendeckelkieme besitzen viele Ganoiden (Störe und *Lepidosteus*).

Aeussere Kiemenfäden finden sich bei den Embryonen der Plagiostomen und bei *Lepidosiren annectens*.

Einzelne Fische, namentlich solche, die im Stande sind, längere Zeit an der Luft zu leben, haben accessorische Athemorgane. Nämlich:

a. Respiratorische Nebenkiemen besitzt eine Familie der Knochenfische (*Labyrinthici*, wohin *Anabas*, *Osphronemus* u. a.), bei denen die vorderen oberen Schlundknochen siebbeinartige Labyrinthe bilden, ausgekleidet mit Schleimhaut, deren Arterien und Venen sich wie die Kiemengefässe verhalten. Baumförmige Nebenkiemen hat *Heterobranchus* am oberen Stücke des zweiten und vierten Kiemenbogens. In sie gehen Zweige der Kiemenarterien, und ihre Venen ergiessen sich in die Kiemenvenen.

b. Lungenartige Athemorgane haben *Amphipnous Müll.* und *Heteropneustes Müll.* (*Saccobranchus Val.*) als gefässreiche, mit der Kiemenhöhle zusammenhängende Säcke. Von diesem Organ des *Amphipnous* vermuthet jedoch Hyrtl, dass es zur Wasserathmung diene. Wirkliche, der Amphibienlunge ähnliche Lungen hat *Lepidosiren*; sie münden mit einer *glottis ventralis* in den Schlund ein.

Die Kiemen.

Amphibien. Alle Batrachierlarven athmen durch äussere Kiemen, die meist büschel- oder quastförmig sind. Sie verschwinden bei den Fröschen und Salamandrinen gänzlich, nachdem bei den Froschlarven innere Kiemen erschienen sind. Bei den Derotreten bleibt eine Kiemenspalte; die Perennibranchiaten behalten aber die Kiemenbüschel fortwährend neben den Lungen.

Die Lungen und ihre Eingänge.

Bei allen durch Lungen athmenden Wirbelthieren ist mit dem Athemapparat zugleich das Stimmorgan verbunden.

Eine Scheidung in Kehlkopf und Luftröhre kann man an der Eingangsröhre in die Lungen der nackten Amphibien noch nicht wahrnehmen. Der Eingang ist nur eine häutige, bei den geschwänzten Batrachiern mit nur wenigen, bei den ungeschwänzten mit mehr Knorpeln und rudimentären Tracheal- und Bronchialringen versehene Höhle, die sogenannte Stimmlade.

Die Sonderung zwischen Kehlkopf und Luftröhre tritt bei den beschuppten Amphibien stärker hervor, indem man denjenigen Theil des Eingangskanals in die Lungen als Kehlkopf bezeichnet, dessen Knorpel ein durch senkrechte Leisten zusammenhängendes Gerüst bilden. Diese einzelnen Theile kann man nach den entsprechenden Kehlkopfknorpeln der höheren Thiere benennen.

Stimmbänder fehlen den geschwänzten Batrachiern, den Ophidiern, Cheloniern und vielen Sauriern. Am entwickeltsten haben sie die Chamäleonten und Geckos. Mit der Luftröhre lassen sich auch die Bronchien bei den beschuppten Amphibien bestimmter unterscheiden, und nur bei mehreren Schlangen (z. B. *Coluber*, *Vipera*)

findet, wegen der zelligen Beschaffenheit dieser Theile, ein unmerklicher Uebergang derselben in die Lunge statt. Die Knorpelringe an Luftröhre und Brochien sind bald unvollständig, bald geschossen.

Mit Ausnahme der eben erwähnten Schlangen und der Proteiden, deren häutige Bronchien auch allmählich in die Lungensäcke übergehen, sind die Lungen der Amphibien deutlich von ihren Eingangskanälen getrennt. Ihre Form richtet sich im Allgemeinen nach der Form der Thiere; sie werden vom Bauchfelle überzogen. In den meisten Fällen sind zwei Lungen von gleicher Grösse da; bei den Cöcilien, vielen Sauriern und Ophidiern tritt die eine gegen die andere zurück, und viele Schlangen (darunter z. B. *Vipera, Typhlops)* besitzen nur eine sehr lange Lunge. Die Lungen sind oft (bei vielen nackten Amphibien, Schlangen und Sauriern) blosse häutige Säcke, in denen in anderen Fällen, zur Vergrösserung der Fläche, Leisten und Maschen gebildet werden. Am complicirtesten ist diese Maschenbildung bei mehreren Sauriern (z. B. den Varanen), den Krokodilen und Schildkröten, wo mit mehreren Bronchialöffnungen gesonderte, maschige und zellige Säcke zusammenhängen, oder auch, bei den Seeschildkröten, eine Verzweigung der Bronchien in ähnlicher Weise wie bei Vögeln und Säugethieren eintritt.

Vögel. Eine hinter der Zunge liegende, gewöhnlich mit hornartigen Papillen besetzte Längsspalte führt in den oberen Kehlkopf. Seine festen Theile bestehen aus mehreren, bei den alten Vögeln ossificirten Knorpeln, welche den Kehlkopfknorpeln der Säugethiere zum Theil entsprechen. Eine vordere grössere Platte hängt bei jungen Vögeln mit zwei, die hintere Wand des Kehlkopfes bildenden Stücken zusammen, die sich nach

Beginn der Ossification loslösen. Alle drei entsprechen dem Schildknorpel *(cartil. thyreoidea).* Ein zwischen die beiden hinteren Ränder der Seitentheile tretendes Ausfüllungsstück ist das Analogon des Ringknorpels *(cart. cricoidea);* darauf sitzen zwei längliche Giesskannen-Knorpel oder Knochen *(c. arytaenoideae).*

Die Luftröhre hat gewöhnlich vollständige, häufig verknöcherte Ringe. Sie zeigt bei einigen Vögeln, z. B. bei *Mergus*, mittlere Erweiterungen, bei anderen macht sie beträchtliche Biegungen und Windungen, entweder unter der Haut (z. B. *Tetrao urogallus)* oder im Brustbein *(Grus cinerea)*, seltener in der Gabel *(Numida cristata)* oder auch in der Brusthöhle (*Platalea leucorodia). Casuarius novae Hollandiae* besitzt am mittleren Theile der Luftröhre einen grossen häutigen Sack, welcher mit ihr durch eine, mehrere Ringe trennende Längsspalte communicirt.

Von den beiden Muskelpaaren der Luftröhre, welche als Niederzieher wirken, entspringt das eine, weniger beständige von der Gabel oder dem unteren Kehlkopfe und begleitet die ganze Luftröhre *(m. ypsilotrachealis).* Das andere ist kürzer, entspringt vom Brustbein und geht, wie das vorige, an die Seiten der Luftröhre *(m. sternotrachealis).*

Das eigentliche, nur wenigen Vögeln (z. B. Struthionen und Störchen) fehlende Stimmorgan ist der sogenannte untere Kehlkopf, der nur selten (*Steatornis, Crotophaga)* paarig in den beiden Bronchien, oder allein in dem unteren Theile der Luftröhre (*Thamnophilus* u. a.), gewöhnlich an der Uebergangsstelle der Luftröhre in die Bronchien sich vorfindet *(larynx broncho-trachealis).*

Durch eine festere Verbindung oder auch Verschmel-

zung der letzten Luftröhrenringe wird das Ende der Luftröhre zu der fast vierseitigen Trommel, mit der bei den Männchen vieler Taucher und Enten unsymmetrische Knochenblasen, sogenannte Pauken und Labyrinthe zusammenhängen. Von der Theilungsstelle der Trommel in die beiden Bronchialäste erhebt sich in der Regel eine die Trommel in zwei Seitenhälften theilende Knochenplatte, der Bügel oder Steg. Er fehlt den Papageien. Bei ihnen wird durch eigenthümliche, an den unteren Seitenrändern der Trommel und an den Bronchien befestigte Knochenbogen und eine zwischen ihnen ausgespannte Membran (*membrana tympaniformis externa*) eine einfache Stimmritze gebildet. Zwei Muskelpaare heben die Bronchien und verengern die Stimmritze, ein Paar erweitert sie.

Zwischen den Rändern des nach unten gerichteten Ausschnittes des Bügels ist der obere Theil der Innenwand jedes Bronchus ausgespannt, die innere Paukenhaut. Ihr gegenüber liegt eine äussere Paukenhaut. Theils bildet diese, theils, wenn sie fehlt, die Verbindungshaut zweier Bronchialringe die äussere Lippe der Stimmritze, bei verkürzter Luftröhre. Das innere, weniger entwickelte *labium glottidis* ist eine von der *membrana tympaniformis interna* oder dem Bügel abgehende Falte von elastischem Gewebe. Eine manchen Singvögeln eigenthümliche Membran erhebt sich auf dem Bügel als *membrana semilunaris*.

Der die genannten Theile bewegende, erweiternde und verengernde Muskelapparat zeigt die grösste Mannichfaltigkeit. Bei vielen Vögeln (Hühnern, Enten, Gänsen) finden sich nur die *mm. ypsilotracheales* und *sternotracheales*. Bei anderen (Raubvögeln, vielen *Scansores*, *Co-*

racias, *Caprimulgus*, *Cypselus* u. a.) kommt ein Muskelpaar hinzu, die *m. broncho-tracheales.* Sehr viele Singvögel haben 5 Paar eigenthümlicher Kehlkopfmuskeln, doch ist auf die gleichmäsige Anzahl dieser Muskeln keine systematische Eintheilung zu gründen, indem namentlich die amerikanischen Passerinen einen weit einfacheren Muskelapparat als unsre einheimischen besitzen.

Die paarigen Lungen sind nur an ihrer Bauchfläche von einer Pleura überzogen, mit der Rückenfläche liegen sie auf beiden Seiten der Wirbelsäule den Rippen an; sie sind durch Zellgewebe an Wirbel und Rippen befestigt, welche bleibende Eindrücke in ihnen hervorbringen. Durch die Art der Bronchialverzweigung ist die Vogellunge wesentlich von der der Säugethiere verschieden. Die Bronchien treten oft mit blasenförmigen Erweiterungen in die Lungen hinein; eine Anzahl grösserer Oeffnungen führt in grössere häutige Kanäle, die sich an der Oberfläche der Lunge weiter verzweigen. Alle diese Verzweigungen stehen durch tiefere, kleine Röhren, welche die Lunge nach vielen Richtungen durchsetzen, mit einander in Verbindung. Alle diese Röhren sind inwendig mit den Lungenzellen besetzt; diese sind also parietal, wie auch bei den Amphibien.

Sehr allgemein können von der Lunge aus grosse häutige Säcke, die zum Theil Eingeweide einschliessen, mit Luft angefüllt werden. Die Anordnung dieser Luftzellen oder Luftsäcke ist wenig veränderlich. Aus ihnen gelangt die Luft in die pneumatischen Knochen, aus denen das bei den jungen Vögeln vorhandene Mark allmählich verschwunden ist. Pneumatisch sind namentlich die Schädelknochen und das Oberarmbein, weniger

häufig das Oberschenkelbein, nie das Jochbein. Bei *Buceros* sind fast alle Knochen luftführend.

Säugethiere. Stimm- und Athemorgane der Säugethiere verhalten sich im Wesentlichen wie beim Menschen. Von den Kehlkopfknorpeln sind die beim Menschen seltenen *cartilagines Wrisbergianae* ziemlich häufig. Dem Menschen fehlende Knorpel sind die auf dem hinteren Rande der Giesskannenknorpel einiger Säugethiere vorhandenen *cartilagines sesamoideae* und die unpaare *cartilago interarticularis* zwischen den Giesskannenknorpeln, über dem Ringknorpel.

Nur die ächten Cetaceen besitzen keine Stimmbänder; die oberen fehlen u. a. vielen Wiederkäuern (Hirsch, Rind, Schaf, Ziege), wogegen bei diesen die unteren in elastische Platten verwandelt sind. Viele Säugethiere sind durch accessorische, die Stimme verstärkende Säcke am Kehlkopf ausgezeichnet, die theils zwischen Schild- und Ringknorpel, theils zwischen Schildknorpel und Kehldeckel vom Kehlkopf austreten. Letzteres ist z. B. der Fall mit den drei, durch eine Erweiterung der Morgagnischen Ventrikel entstehenden Luftsäcken des Brüllaffen *(Mycetes)*, deren mittlerer sich in eine Aushöhlung des Zungenbeinkörpers begiebt.

Die Länge der Luftröhre, wie die Zahl der in ihr enthaltenen, gewöhnlich nicht geschlossenen Knorpel, richtet sich im Allgemeinen nach dem Verhältniss des Halses. Nur *Bradypus tridactylus* hat eine gewundene Luftröhre. Die Knorpel ossificiren in der Regel nicht. Die gewöhnliche Asymmetrie der beiden Bronchien, indem die rechte kürzer, aber weiter als die linke ist, hängt von der Asymmetrie der Lungen ab. Wie beim Menschen ist die rechte gewöhnlich die grössere. Die Zahl der

Lungenlappen ist gewöhnlich grösser als beim Menschen. Die Bronchien vertheilen sich baumförmig; die feinsten Verzweigungen endigen, wie beim Menschen, mit Bläschen.

Suckow, Respiration der Insekten, insbesondere über die Darmrespiration der *Aeshna grandis*. Heusing. Zeitschrift. Bd. 2. S. 24.

E. A. Platner, Mittheilungen über die Respirationsorgane u. d. Haut bei den Seidenraupen. Müll. Arch. 1844.

J. Müller, Ueber die Athemorgane der Spinnen. Isis 1823. S. 707.

H. Rathke, Anatomisch-philosophische Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. 1832.

M. Haro, *Mémoire sur la respiration des grenouilles*, des *Salamandres et des tortues. Ann. d. sc. n.* 2 *sér. XVIII.* 1842.

J. Henle, Vergleichend anatomische Beschreibung des Kehlkopfs. Leipzig, 1839.

A. Lereboullet, *Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertebrés. Strasbourg*, 1838.

Natalis Guillot, *Sur l'appareil de la respiration dans les oiseaux. Ann. d. sc. nat.* 3 *sér. t. V.* 1846. *p.* 25.

Fünftes Kapitel.

Die Harnorgane.

1. Die Harnorgane der Spinnen und Insekten.

Sehr allgemein münden bei den Insekten eine Anzahl dünner, fadenförmiger Schläuche hinter dem Chylusmagen in den Darmkanal, die Malpighischen Gefässe, welche lange Zeit nur für Gallenorgane gehalten worden sind, bis die chemische Analyse die Function der Mehrzahl als Harn absondernder Organe unzweifelhaft gemacht. Diejenigen dieser Gefässe aber, welche sich durch gelbliche Färbung auszeichnen, scheinen wirklich gallabsondernde Organe zu sein (Leydig). Ihre feinere Structur ist eine ähnliche, wie die der Speicheldrüsen, nur scheint ihnen die *tunica intima* zu fehlen. Sie münden theils einzeln, theils vereinigen sie sich zu kurzen Ausführungsgängen. Durch die grosse Menge der Malpighischen Gefässe zeichnen sich die Hymenoptern und Orthoptern aus, während bei den übrigen Ordnungen vier bis acht vorhanden zu sein pflegen. Der häufig gefärbte Harn geht durch den hinter dem Chylusmagen befindlichen Theil des Darmkanals mit den Fäces ab. Eine besonders ansehnliche Ansammlung von Harn findet während des Puppenzustandes der holometabolischen Insekten statt; er wird bald nach dem Auskriechen entleert.

Bei den Arachniden, mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden, verhalten sich die Harnorgane ganz ähnlich wie die Malpighischen Gefässe. Gewöhnlich sind sie verästelt und münden mit zwei Stämmen (Harnleitern) in den hinteren Theil des Darmkanals.

2. Die Harnorgane der Mollusken.

Die Niere der Bivalven ist schon lange als die sogenannte Bojanus'sche Drüse bekannt, obgleich sie die verschiedensten Deutungen hat erfahren müssen (Schleimdrüse nach Cuvier, Lunge nach Bojanus u. a.). Sie ist paarig und liegt am Rücken unter dem Herzen und nach dem hinteren Schliessmuskel zu. Ihre Farbe ist bräunlich oder schwarzgrün. Das Excret wird in die Mantelhöhle ergossen, und häufig fallen Harn- und Geschlechtsmündungen zusammen (z. B. bei *Tellina*, *Cardium*, *Pinna*) oder liegen nahe bei einander. Inwendig sind die Nierensäcke durch viele Falten in vollständige oder unvollständige Fächer getheilt, deren Oberfläche wimpert, und auf deren Wandungen sich ein Blutgefässnetz ausbreitet. Das Blut kommt aus den venösen Behältern, in welchen es sich vor dem Eintritt in die Kiemen ansammelt. Nicht selten strotzt das Nierenparenchym von unregelmässigen, körnigen Harnconcrementen, die übrigens nie fehlen und sich in den Epithelialzellen neben den Zellkernen bilden*).

Von den Cephalophoren sind es namentlich die Kammkiemer und Lungenschnecken, bei denen man mit Sicherheit Harnorgane nachgewiesen hat. Bei

---

*) Hierzu ist der Abschnitt über das Gefässsystem zu vergleichen.

jenen ist die den sogenannten Purpursaft absondernde Drüse die Niere; sie ergiesst ihr Excret entweder unmittelbar, oder durch einen Ausführungsgang in die Kiemenhöhle. Sehr leicht kann man sich bei den Lungenschnecken die Niere zur Anschauung bringen, vorzüglich bei den Gehäusschnecken (*Helix*), wo sie, von dreieckiger Gestalt und gelblicher Farbe, rechts vom Herzen im Grunde des Lungensackes liegt. Ihr Ausführungsgang verläuft neben dem Mastdarm. Im Inneren der Niere werden durch Falten, von den äusseren Wandungen entspringend, theils unvollkommene, theils vollständig getrennte Fächer gebildet, aus denen kleine Oeffnungen in den gemeinschaftlichen, zur Urethra führenden Gang münden. Bei den Limacinen liegt die wulstförmige Niere um den Herzbeutel.

Nachdem in den sogenannten schwammigen Körpern, den drüsigen, büschelförmigen Anhängen der grossen Venenstämme der Cephalopoden Harnsäure nachgewiesen, sind diese Organe mit Sicherheit als die Nieren dieser Thiere zu betrachten. Sie sind mit einer umgestülpten Drüse verglichen worden, indem die secernirende Fläche die Gefässverzweigungen von aussen umgiebt. Auch die sogenannten Kiemenherzen der Loliginen und Octopoden sind nichts weniger als Herzen, sondern müssen den Harnorganen zugezählt werden. Sie sind nicht von muskulöser Beschaffenheit, sondern in ihren maschigen Wandungen finden sich ganz ähnliche Concremente, wie bei den Helicinen.

3. Die Harnorgane der Wirbelthiere.

Fische. Die Nieren scheinen keinem Fische zu fehlen, da sie selbst bei *Branchiostoma* durch mehrere

kleine, in der Nähe des *porus abdominalis* befindliche Drüschen vertreten sind. Die Nieren der Myxinoiden sind isolirte, von Kapseln umschlossene Gefässkörperchen. Ein enger, kurzer, von der Kapsel ausgehender Kanal geht in eine sackförmige, in den langen Harnleiter mündende Erweiterung über. Bei den übrigen Fischen bilden die Nieren zusammenhängende Massen, an ihrer unteren Fläche überzogen vom Bauchfell. Sie sind namentlich bei den Knochenfischen sehr ausgedehnt, wo sie sich vom Schädel aus unter der Wirbelsäule und in der Mittellinie häufig verschmelzend durch die ganze Rumpfhöhle erstrecken. Die Samenleiter der männlichen Plagiostomen gehen in die Harnleiter über. Auch bei den Stören verbinden sich die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen mit den Harnleitern. Ueberhaupt findet sich bei allen Ganoiden ein eng verbundener Urogenitalapparat mit einer Urogenitalöffnung. Bei *Spatularia* z. B. münden die Fortsetzungen der weiblichen Trichter, sowie die Samenleiter in die zweihörnige Harnblase.

Bei den Knochenfischen sind die beiden Systeme getrennt. Ihre Ureteren beginnen häufig schon am vorderen Nierenende und münden in der Regel mit getrennten Oeffnungen in die Harnblase ein. Die einfache Oeffnung der Harnwerkzeuge liegt hinter der Geschlechtsöffnung, beide hinter der Afteröffnung, in der Regel beide auf der abgerundeten Spitze einer Papille. Ausnahmen kommen vor, z. B. haben die Lophobranchien eine Amphibiencloake.

Nebennieren liegen bei den Myxinoiden als eigenthümliche traubige Drüsen vor dem oberen blinden Ende jedes Harnleiters. Den Petromyzonten scheinen sie zu fehlen, bei den übrigen Knorpel- und bei den Knochen-

fischen finden sie sich als längliche oder rundliche Körperchen entweder mit der Substanz der Nieren verbunden oder hinter denselben.

Amphibien. Die beträchtlichen, sehr verschieden geformten Nieren der Amphibien liegen meist im hinteren Theile der Rumpfhöhle. Weiter nach vor gerückt sind sie bei den Fröschen und Schlangen. Gewöhnlich ganz von einander getrennt, verschmelzen die hinteren Enden der Nieren mitunter (z. B. bei *Proteus*). Die langen unverzweigten Harnkanälchen münden gewöhnlich einzeln in die Harnleiter; nur bei den Ophidiern vereinigen sie sich büschelförmig zu stärkeren Stämmchen. Die Harnkanälchen der nackten Amphibien sind inwendig auf gewissen Strecken mit Flimmerepithelium ausgekleidet.

Die nie fehlenden Malpighischen Körperchen sind bei den nackten Amphibien sehr gross.

Der Lage der Nieren gemäss sind die Harnleiter kurz, am längsten bei den Ophidiern. Sie münden theils für sich, theils vereinigt mit den Ausführungsgängen der Geschlechtstheile in die Cloake. Die nackten Amphibien, Saurier und Chelonier besitzen an der vorderen Wand der Cloake eine Harnblase, welche mit den Harnleitern nicht in direkter Verbindung steht.

Nebennieren sind bei den meisten Amphibien, nur bei einigen Batrachiern nicht, gefunden worden. Sie liegen theils über den Nieren, theils an den Nierenvenen und sind gewöhnlich gelb gefärbt.

Vögel. Die braunen Nieren der Vögel erstrecken sich von den Lungen bis in das Becken und haben an ihrer oberen Fläche, wie die Lungen, Eindrücke von den letzten Rippen und den Querfortsätzen der Kreuzbeins.

In der Regel sind sie vollständig getrennt und zerfallen in drei Hauptlappen. Die Oberfläche erscheint wie das Gehirn gewunden. Die Harnkanälchen bekommen von kurzen, blind endenden Anhängen ein gefiedertes Aussehen und bilden Büschel und Pyramiden, in welche die Aeste des Harnleiters sich begeben. Die die Nieren fast in der ganzen Länge begleitenden Harnleiter münden von oben und hinten in die Cloake. Die Harnblase fehlt.

Die kleinen bräunlichen Nebennieren fehlen nie; sie liegen vorn und am Innenrande jeder Niere und stehen mit den Nebenhoden oder dem linken Eierstocke in Verbindung.

Säugethiere. Die Niere der Säugethiere stimmt in allen wesentlichen Stücken, namentlich was den inneren feineren Bau anbetrifft, mit der menschlichen überein. Erst bei ihnen unterscheidet man die Cortical- und die Medullarsubstanz. Die Zahl der Läppchen *(reniculi)* vermehrt sich namentlich bei den Seehunden und den ächten Cetaceen ausserordentlich (beim Delphin über 200). Die Harnblase ist immer vorhanden.

Auch den Säugethieren fehlen nie die Nebennieren.

H. Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate u. s. w. Müll. Arch. 1846. (Feinere Structur der Malpighischen Gefässe und der Niere der Lamellibranchien und Schnecken.)

E. Harless, Ueber die Nieren der *Sepia* oder die sogenannten Venenanhänge. Wiegm. Arch 1847.

J. Hyrtl, Beiträge zur Morphologie der Urogenitalorgane der Fische. Wien, 1849. (Auch in Denkschriften d. math.-nat. Klasse der k. Academie der Wissenschaften. 1. Band.)

Derselbe, Das uropoetische System der Knochenfische. Denkschr. d. k. Academie d. Wissenschftn. II. Bnd.

Derselbe, Ueber den Zusammenhang der Geschlechts- und Harnwerkzeuge. Ebendaselbst Bd. VIII. 1854.

Bidder, Vergl. anatomische und histologische Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat, 1846.

Sechstes Kapitel.

Die besonedren Absonderungsorgane.

1. Die Luft absondernden Organe (Schwimmblase).

Mehrere Röhrenquallen (z. B. *Physalia)* besitzen Luftbehälter, welche entweder durch ihre Wände die Luft nach innen ausscheiden oder auch, wie die genannte Gattung, mit einer Oeffnung versehen sind. Die Blasen dienen wohl nicht als Respirationswerkzeuge, sondern nur dazu, den Körper in bestimmter Lage zu erhalten.

Auch die Kammern in den Schalen der Nautilinen enthalten Luft und lassen sich desshalb, wie die Luftbehälter der Röhrenquallen, mit der Schwimmblase der Fische vergleichen, indem sie vielleicht das Auf- und Niedertauchen vermitteln.

Die Schwimmblase der Fische ist ein ausserordentlich variirendes Organ, welches die meisten Knochenfische, die Störe und Spatularien haben. Sie fehlt u. a. der Familie der Schollen, häufig auch einzelnen Gattungen, während sie den übrigen Gattungen derselben Familie zukommt. Sie wird von zwei Häuten gebildet, einer inneren Schleimhaut und einer über dieser liegenden fibrösen Haut. Ihre Form hat nichts Konstantes. Am gewöhnlichsten nur aus einer Abtheilung bestehend,

zerfällt sie demnächst am häufigsten durch eine Einschnürung in zwei, in der Regel mit einander communicirende Kammern. Ueber ihre Verbindung mit dem Gehörorgan s. S. 87. Obwohl sie gewöhnlich ohne Ausführungsgang ist, besitzt sie doch bei einer bedeutenden Anzahl von Fischen (bei der Ordnung der *Physostomi* Müll., auch den Stören) einen in die Speiseröhre führenden Luftgang. Die Mündung des Luftganges ist zwar meist an der Oberseite der Speiseröhre, sie kann aber auch seitlich (*Erythrinus*) oder sogar ventral sein (*Polypterus*).

Man hat gewöhnlich die Schwimmblase für ein Respirationsorgan gehalten, allein gerade das charakteristische Merkmal der Lunge, welche venöses Blut empfängt und arterielles abgiebt, fehlt der Schwimmblase. Ihre Arterien kommen von den Arterien des Körpers, und ihre Venen gehen in die Körpervenen zurück, selbst bei den zelligen Schwimmblasen von *Erythrinus* und von mehreren Siluroiden, deren Structur noch am meisten mit derjenigen der Lungen scheinbar übereinkommt. Die Schwimmblase scheint vornehmlich ein Hülfs-Bewegungsorgan zu sein, namentlich aber auf das Steigen und Sinken der Fische im Wasser einen entschiedenen Einfluss auszuüben. Diess tritt besonders bei den Fischen deutlich hervor, die mit einem besonderen Apparat zur Verengerung und Erweiterung der Schwimmblase versehen sind. So wird z. B. bei mehreren Welsen (*Auchenipterus*, *Doras*, *Malapterurus* u. a.) die vordere Abtheilung der Schwimmblase durch einen, wie eine Sprungfeder wirkenden Knochen eingedrückt, der am ersten Wirbel befestigt ist. Wird die Feder durch einen Muskel gehoben, so wird die Schwimmblase vorn ausgedehnt, und zugleich folgt daraus die Hebung des vorderen Körperendes. Dasselbe wird

bei den Ophidiern durch eine, wie ein Stöpsel wirkende Vorrichtung erreicht.

J. Müller, Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. In: Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Schluss der vergl. Anat. der Myxinoiden. Berlin, 1845.

II. Die excernirende Drüse der Trematoden.

Am Schwanzende der meisten Trematoden mündet ein schlauchförmiges contractiles Organ, welches eine helle, viele Körner und Bläschen enthaltende Flüssigkeit nach aussen entleert. Die von ihm ausgehenden Kanäle verzweigen sich mitunter durch den ganzen Körper und stehen mit dem oben erwähnten Gefässsystem in Verbindung. Es liegt nahe, mit diesem Kanalsystem das Wassergefässsystem der Rhabdocölen, die den Trematoden so verwandt sind, zu vergleichen. Allein das Excretionsorgan der Trematoden scheint seinen Inhalt nur durch Aufsaugung aus dem Körperparenchym zu gewinnen und könnte nur insofern beim Respirationsprocess betheiligt sein, als es das durch Endosmose in den Körper (und in das Gefässsystem?) aufgenommene Wasser vielleicht wieder aus dem Körper schafft. Dabei kann es zugleich als Harnorgan dienen*).

III. Die Kitt-Drüsen der Ringelwürmer.

Die Absonderung der Kalkröhren, in welchen die

*) Man vergleiche aber hierzu, was früher über die Respirationsorgane der Helminthen gesagt ist.

Serpulinen sich verbergen, geht wahrscheinlich von dem auf dem ersten Körpersegment befindlichen Hautanhange aus, dem sogenannten Kragen, der sich also wie der Mantelrand der Gehäusmollusken verhalten würde.

Bei anderen Kapitibranchiaten und bei *Amphicora*, welche aus kleinen Steinen, Pflanzentheilen und anderem Materiale ihre Röhre zusammensetzen, finden sich innere, mit besonderen Ausführungsgängen versehene Drüsen, welche den zum Zusammenfügen jener Stoffe dienenden Leim oder Kitt absondern. Bei *Amphicora* liegen sie in der Nähe des Afters, nierenförmig, zu beiden Seiten des Darmkanals. Die aus ihrem hinteren Ende abgehenden Ausführungsgänge vereinigen sich und münden, wie es scheint, gemeinschaftlich in den Mastdarm. Bei *Amphitrite* münden die vier Kitt absondernden Drüsen gemeinschaftlich am ersten Körpersegment. Aehnliche Drüsen sind im Vorderende von *Sabella* und *Terebella* beobachtet.

IV. Der Tintenbeutel der Cephalopoden.

Ungefähr in der Mittellinie des Bauches, auf der Leber, besitzen die Cephalopoden ein meist birnförmiges Organ, in dessen dicken, zelligen Wandungen die Absonderung des bekannten schwarzen Pigmentes vor sich geht. Der Ausführungsgang der Tintendrüse mündet neben dem After oder noch in den Mastdarm, und das Pigment wird mit dem in die Mantelhöhle aufgenommenen Wasser durch den Trichter ausgespritzt.

V. Die Spinnwerkzeuge der Araneen und Insectenlarven.

Der Stoff, aus welchem die Spinnen ihr Gewebe verfertigen, wird durch eine Menge von Drüsen secernirt

die zwischen den Eingeweiden des Hinterleibes liegen und auf vier (bei *Mygale)* oder sechs (bei den übrigen Araneen) Spinnwarzen münden. Die feinere Structur dieser Drüsen ist sehr einfach und gleichförmig, indem überall eine secernirende Zellenschicht zwischen einer *tunica propria* und einer *tunica intima* liegt. Ihre Zahl ist häufig ganz enorm; so zählt man bei *Epeira* über tausend. Man kann ungefähr fünf verschiedene Arten unterscheiden, die sich alle bei *Epeira* in folgender Weise finden: 1) *Glandulae aciniformes,* die beerenförmigen Drüschen, werden aus kleinen birnförmigen Acini gebildet und vereinigen sich, je über hundert, zu sechs kleinen Läppchen für die sechs Spinnwarzen, indem ihre Ausführungsgänge schraubenförmig um einander gewunden sind. 2) *Gl. ampullaceae,* die bauchigen Drüsen, für jede Spinnwarze eine, nehmen von ihrem blinden Ende allmählig an Dicke zu, verengern sich dann plötzlich und gehen in einen langen, eine Schlinge bildenden Ausführungsgang über. 3) *Gl. tubuliformes,* die cylindrischen Drüsen, je zwei für die beiden oberen Spinnwarzen, je eine für die mittleren. Sind den vorigen ähnlich. 4) *Gl. aggregatae,* die baumförmigen Drüsen, werden aus weiten, mit vielen Taschen besetzten Kanälen gebildet. Auch der mittlere Theil ihrer Ausführungsgänge ist mit Blindsäckchen besetzt. Je ein Paar mündet in die oberen Spinnwarzen. 5) *Gl. tuberosae,* die knolligen Drüsen. Sie sind dichotomisch, aber nicht weit verästelt, und ihre Aeste bilden varicöse Anschwellungen. Von diesen Drüsen sind nur zwei für die mittleren Warzen vorhanden.

Die Spinnwarzen haben die Form schief oder gerade abgestumpfter Kegel und bestehen aus zwei oder drei Gliedern. Die Ausführungsgänge der Drüsen ragen

als die sogenannten Spulen oder Spinnröhren über die Gipfel der Warzen hinaus, und der Spinnenfaden besteht also aus so viel einzelnen Strängen, als Drüsen und Spulen vorhanden sind.

Die Larven vieler holometabolischen Insekten, welche entweder schon vor dem Puppenzustande in einem gemeinschaftlichen Gewebe leben, wie manche Raupen, oder sich für ihr Puppenleben einspinnen, sind mit Spinndrüsen *(sericteria)* versehen, deren Structur mit derjenigen der Speicheldrüsen übereinstimmt, und die als fadenförmige, während der Spinnzeit anschwellende Schläuche zu beiden Seiten des Darmkanals liegen. Ihre Ausführungsgänge münden an der Unterlippe. Bei der Larve von *Myrmeleon* versieht der Mastdarm die Stelle der Spinndrüse.

Vergl. H. Meckel, Mikrographie u. s. w. Müller's Archiv 1846.

VI. Die Giftdrüsen.

Mit einem sehr eigenthümlichen Gift- und Wehrapparat ist die mikroskopische Rhabdocöle *Prostomum lineaer* versehen. Er besteht aus einem in einer Scheide sich bewegenden hohlen Stachel und einer an dessen oberem Ende befindlichen Giftblase. Der Stachel tritt aus dem Ende des Hinterleibes hervor, in welchen das Organ in seiner gewöhnlichen Lage ganz zurückgezogen ist.

Vergl. O. Schmidt, Die rhabdoc. Strudelwürmer. Jena, 1848 S. 25. und Dessen Krakauer Turbell. Denkschr. d. k. Acad. 1858.

Sehr vielen Arachniden sind fadenförmige oder schlauchförmige Giftdrüsen eigenthümlich, deren Ausführungsgang in die hohlen Klauenfühler einmündet. Bei

den Scorpionen liegen die Drüsen im letzten Schwanzsegment.

Unter den Insekten besitzen namentlich die Weibchen der Hymenoptern einen Giftapparat am Hinterleibsende. Die Drüse ist paarig, zwei einfache *(Vespa, Apis)* oder verästelte *(Pompilus)* Schläuche, deren Secret sich in einer Blase ansammelt. Aus dieser wird es gewöhnlich durch den hohlen Stachel entleert. Die Ameisen, denen der Stachel am Hinterleibe fehlt, machen die Wunde, in welche sie das Gift spritzen, mit den Kiefern. Die feinere Struktur dieser Giftorgane der Spinnen und Insekten erinnert an die Speichelgefässe derselben Thiere.

Der in den Haaren der Processionsraupe befindliche Stoff ist, wie bei den Ameisen, Bienen, Wespen, Spinnen u. a. Ameisensäure. Mit jedem Haare steht eine unmittelbar unter der Haut liegende, flaschenförmige Drüse in Verbindung, zusammengesetzt aus langen, blinddarmigen, am Ende etwas angeschwollenen Kanälen und umhüllt von einer einfachen durchsichtigen Membran. Aehnliche Drüsen finden sich auch an den Haaren von *Bombyx salicis.*

Fr. Will, Münch. Gel. Anz. 1849. No. 185.

Die Giftdrüse der Schlangen, der *parotis* entsprechend, liegt hinter und unter dem Auge. Ihr Drüsengewebe ist von einer fibrösen, häufig doppelten Scheide umgeben. Der Ausführungsgang, den die Scheide, wenn sie doppelt ist, begleitet, mündet in den Giftzahn (s. oben S. 205).

J. Bächtold *(praes.* Rapp), Untersuchungen über die Giftwerkzeuge der Schlangen. Tüb., 1843.

Vierter Abschnitt.

Das Fortpflanzungssystem.

Allgemeine Erläuterungen.

Die ganze neuere Geschichte der vergleichenden Anatomie hat gezeigt, dass das Verständniss der fertigen Thierformen und die Vergleichung der verschiedenen Typen nur durch ein specielleres Eingehen in die Entwicklungsvorgänge ermöglicht ist.

Indem somit die vergleichende Anatomie auf das Innigste mit der vergleichenden Entwicklungsgeschichte verknüpft ist, haben wir in diesem Schlussabschnitt uns nicht nur mit den Formen aller der Haupt- und accessorischen Organe zu beschäftigen, welche das Bildungsmaterial der neuen Individuen mit allem Zubehör liefern und den Embryo bis zur Geburt beherbergen, wir haben auch die Arten der Entwicklung selbst zu mustern.

Am allgemeinsten ist in der Thierwelt die geschlechtliche Fortpflanzung verbreitet, deren Eigenthümlichkeit darin besteht, dass durch das Zusammenwirken und die Vereinigung zweier verschiedener Fortpflanzungsstoffe der Embryo entstehen kann. Das Ei *(ovulum)* als der eine Stoff, bedarf in der Regel der Befruchtung durch den anderen, den Samen *(semen,*

sperma), und die beiden bei dieser Fortpflanzungsweise durchaus nothwendigen Organe, die nur in seltenen Fällen in merkwürdiger Weise combinirt sind, sind der Eierstock und der Hode. Alle übrigen Organe des Geschlechtsapparates, welche die Geschlechtsprodukte aufbewahren, ausführen, die Begattung vermitteln u. s. w., sind gegen jene beiden unwesentlich, und es giebt daher nicht wenige Thiere, welche ausser jenen beiden Drüsen keine Fortpflanzungsorgane besitzen. Die anatomischen Verhältnisse der Geschlechtswerkzeuge sind unabhängig von den Erscheinungen, welche die spätere Entwicklung des Eies und des aus dem Ei gekommenen Jungen darbietet, daher wir auch innerlich berechtigt sind, die Form der Geschlechtsorgane und die Arten der Entwicklung in verschiedenen Kapiteln zu betrachten. Ebenso unabhängig von der Entwicklung des Embryo ist es, ob die Geschlechter getrennt sind, oder ob beiderlei Geschlechtsorgane in demselben Individuum, einem Hermaphroditen vereinigt sind.

Das vollständige Ei besteht aus dem von der Dotterhaut (*membrana vitellina*) umschlossenen Dotter (*vitellus*), in welchem sich ein helles Bläschen, das Keimbläschen (*vesicula germinativa*) mit einem dunkleren Fleck, Keimfleck (*macula germinativa*) befindet. Accessorische Bestandtheile mancher Eier sind u. a. das Eiweiss (*albumen*) und die Schale (*testa*).

Als der primitive, nicht selten räumlich vom Dotter getrennt entstehende Theil des Eies ist das Keimbläschen anzusehen, um welches sich die übrigen Theile gruppiren.

Die Hauptbestandtheile des Samens sind die in einer zähen Flüssigkeit (*liquor seminis*) enthaltenen Samenkörperchen (*spermatozoa*, *zoospermia*). Die am häu-

figsten vorkommende Gestalt derselben ist die einer Stecknadel, d. h. sie bestehen aus einem Köpfchen und einem fadenförmigen Schwanzanhange, welcher, so lange der Samen befruchtungsfähig, sich undulirend oder pendelnd bewegt. Die Samenkörperchen sind selbständige Formelemente, eine besondere Art von Flimmerorganen. Die Entwicklung geschieht gewöhnlich entweder so, dass in kleinen isolirten Bläschen sich je ein Samenfaden bildet, der durch Dehiscenz frei wird (z. B. bei den Säugethieren), oder in der ursprünglichen (Mutter-) Zelle entstehen mehr oder minder zahlreiche Tochterzellen, eigentliche Keimzellen, in denen sich dann die Samenfäden ausscheiden (Mollusken, Ringelwürmer u. a.). Die bei einer Begattung auf das Weibchen zu übertragende Samenportion ist häufig von einer besonderen Hülle umgeben, und heisst ein solches Paket Spermatophore.

Die Befruchtung des Eies geschieht nach den neusten an Säugethieren, Amphibien, Insekten und Würmern gemachten wichtigen Entdeckungen damit, dass die Zoospermien theils durch die Dotterhaut hindurch allseitig, theils durch eine oder mehrere besondere Oeffnungen (*micropyle*) in den Dotter eindringen, sich hier auflösen und ihre Substanz mit der des Dotters vermischen*). Unabhängig von der Befruchtung ist das Verschwinden

*) Eine scheinbar eigenthümliche Art der Vermischung des Samens mit den Eielementen findet da statt, wo Dotter- und Keimstöcke getrennt sind, nämlich bei dem grössten Theile der *Platyelmia*. Hier berühren sich Samen und der sogenannte Keim, ehe der Dotterstocksdotter sich an den Keim legt. Da jedoch, wie zuerst Aubert darauf hingewiesen hat, diese Keime schon in dem Keimstock ebenfalls mit einem besonderen, wenn auch nicht sehr voluminösen Dotter versehen werden, den ich Befruchtungsdotter nennen möchte, läuft auch diese Weise der Befruchtung auf die gewöhnliche hinaus.

des Keimbläschens, es fällt aber sehr häufig damit zusammen. Nach der Befruchtung tritt die Furchung des Dotters ein, eine Erzeugung der zum Aufbau des Embryo nöthigen Zellen. Die Furchung ist entweder eine totale, wenn sie sich über die gesammte Dottermasse erstreckt, oder eine partielle, wenn nur derjenige Theil des Dotters zerklüftet wird, aus dem die erste Anlage des Embryo gewonnen wird, während der übrige Theil des Dotters den sogenannten Nahrungsdotter bildet.

Eier ohne Befruchtung. Nicht unter allen Umständen bedarf das Ei, um sich zu entwickeln, der Befruchtung. Beispiele hierfür liefern namentlich die Hymenoptern, u. a. die Bienen, deren Männchen aus unbefruchteten Eiern hervorgehen.

Wesentlich verschieden von der bisher im Allgemeinen geschilderten Art ist die ungeschlechtliche Fortpfanzung. Es bedarf dabei selbst in dem, der geschlechtlichen Fortpflanzung ähnlichen Falle, wo in eigenthümlichen inneren Räumen oder Organen besondere Keime entstehen, nicht einer Befruchtung derselben, sondern diese entwickeln sich ohne Weiteres zu neuen Individuen. Noch viel abweichender ist aber die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung und Knospung.

Physiologisch streng lässt sich zwischen beiden verschieden benannten Vorgängen keine Gränze ziehen, indem wohl nie das Thier in der Weise in zwei Hälften oder in mehrere gleiche Theile zerfällt, dass nicht noch während des Zusammenhanges jeder sich zum selbständigen Individuum loslösende Theil gleichsam als eine Knospe der anderen Hälfte oder der übrigen Theile zu betrachten wäre. Und im anderen Falle, wo wir Knos-

penbildung zu haben glauben, geht nicht selten ein wirklicher Theil des Mutterthieres ohne besondere histiologische Veränderung in die Knospe über.

Alle Thiere haben natürlich im Ei oder überhaupt während der Entwicklung eine Reihe, nach den Typen und Klassen sehr verschieden sich gestaltender Umwandlungen durchzumachen; viele werden jedoch so geboren, dass sie im Allgemeinen dem Mutterthiere oder einem der Eltern vollständig ähneln. Bei sehr vielen ist aber das Neugeborene so auffallend abweichend durch Gestalt, durch den Besitz besonderer zu besonderer Lebensweise nothwendiger Organe, durch den Mangel anderer, welche für die spätere Lebensperiode erforderlich sind, dass man in diesem Falle vorzugsweise von einer Metamorphose spricht. Wir beschränken diesen Begriff immer nur auf die Veränderungen der Gestalt und des physiologischen Verhaltens, welche ein und dasselbe Individuum betreffen, und die Benennung Larve darf streng und in der ursprünglichen Bedeutung genommen nur auf ein Individuum angewendet werden während der Periode, in welcher es sich zu seiner definitiven Gestalt entwickelt. Die Metamorphose ist also der Entwicklungscyclus eines Individuum.

Viel weitgreifender ist die eigenthümliche Art der Fortpflanzung, welche Generationswechsel heisst, und wodurch der Begriff der Species, wie man ihn gewöhnlich zu haben pflegt, und wonach alle diejenigen Individuen zu einer Species gehören, welche zu einer gewissen Lebensperiode nahebei dieselbe Grösse und Gestalt erlangen und sich fruchtbar fortpflanzen, wesentlich modificirt wird. Der Artbegriff wird nämlich bei den dem Generationswechsel unterworfenen Thieren nicht

durch die Merkmale einer Generation von Thieren vollständig, sondern es gehören mehrere in cyclischer Entwicklung auf einander folgende Generationen dazu, die im Allgemeinen in dem Verhältniss zu einander stehen, dass die eine, als Hauptrepräsentant der Art, Geschlechtsorgane entwickelt und durch Samen und Eier sich fortpflanzt, während die aus den Eiern hervorgegangene Generation durch eigenthümliche Keimbereitung, durch Theilung oder Knospenbildung proliferirt und erst in ihren Nachkommen oder in den Producten dieser Nachkommen der ersten, Samen und Eier zeugenden Generation wieder ähnlich wird. Die keimbereitenden Zwischengenerationen sind A m m e n genannt worden. Der Generationswechsel ist mithin eine Metamorphose von Generationen, innerhalb welcher die Metamorphose von Individuen vielfältig vorkommt.

Erstes Kapitel.

Die Geschlechtsorgane.

---

1. Die Geschlechtsorgane der Strahlthiere.

Polypen. Wahrscheinlich können alle Polypen sich, periodisch wenigstens, durch Eier fortpflanzen. Die Geschlechter sind vielleicht immer getrennt (*Actinia, Veretillum cynomorium, Alcyonium*), so dass bei dem vollständigen Mangel von Begattungsorganen alle Befruchtung durch das Wasser vermittelt wird.

Hoden und Eierstöcke gleichen gekrösartig an den Wandungen der Leibeshöhle befestigten Bändern, und ihre Producte gelangen unmittelbar in die Leibeshöhle, von wo sie durch Magen und Mund entleert werden.

Schwimmpolypen. Die Colonieen der Siphonophoren sind meist hermaphroditisch; man kennt jedoch auch eingeschlechtige, wie *Diphyes quadrivalvis Gegenbaur.* Die Geschlechtsorgane (nach Leuckart Geschlechtsindividuen) zeigen in ihrer höchsten Entwicklung grosse Aehnlichkeit mit Scheibenquallen, eine Aehnlichkeit, die um so grösser wird, wenn diese individuengleichen Organe sich von dem Stamme loslösen und selbständig eine Zeit lang umherschwimmen. Das typische männliche Organ besteht aus einer unten offenen,

meist glockenförmigen Kapsel mit vier radiären Gefässen, einem Ringkanal und einem contractilen Saum, ferner aus einem darin befindlichen Schlauche, dem Samensacke, mit einem inneren, Nahrungssaft enthaltenden Raume.

Dem ganz ähnlich gebaut ist das weibliche Organ, es fehlt aber gewöhnlich der zuletzt erwähnte Nahrungssaftbehälter. Der dem Samensack entsprechende Eiersack enthält 1 bis 20 und mehr Eier.

Diese Theile finden sich bald einzeln, bald in grösserer Anzahl und dann meist traubenförmig vereinigt.

Scheibenquallen. Die Anordnung der an Form und Farbe sich täuschend ähnlich sehenden, aber auf verschiedene Individuen vertheilten Geschlechtsorgane der Scheibenquallen ist sehr variirend. Bei mehreren Gattungen (z. B. *Oceania*) durchkreuzen sich die Hoden oder Ovarien, indem sie radienförmig vom Scheibenrande nach dem Magen verlaufen, ohne deutliche Mündungen. Bei anderen (*Rhizostomum*, *Medusa*, *Pelagia* u. a.) finden sich an der Unterfläche der Scheibe, um die Basis der grossen Arme herum, vier Höhlen, in deren Grunde die bandförmigen, auf verschiedene Weise gruppirten Geschlechtsdrüsen befestigt sind. An den Armen einiger weiblichen Scheibenquallen (*Medusa*) entwickeln sich eigenthümliche Bruttaschen, in welchen längere Zeit die Jungen beherbergt werden.

Eigene Begattungsorgane fehlen den Quallen, daher bei den getrennten Geschlechtern die Uebertragung des Samens durch das Meerwasser geschieht.

Sehr eigenthümlich verhält sich die, wegen der übrigen Hydrinen den Quallen zugezählte Gattung *Hydra*, an der sich periodisch äussere Geschlechtsorgane entwickeln. Die Hoden wachsen unter der Basis der

Arme als konische, an der Spitze durchbohrte Papillen hervor und enthalten eine sehr gewöhnliche Spermatozoenform, bestehend aus einem Köpfchen mit dem haarförmigen Anhange. An demselben Individuum, unterhalb der Hoden, treten verhältnissmässig grosse Eier hervor, die sich nach und nach abschnüren und mit einer harten, bei *Hydra vulgaris* mit vielen zackigen Fortsätzen versehenen Hülle umgeben.

Die Rippenquallen sind Zwitter; ihre schlauchförmigen Hoden und Ovarien, die sich, wie bei den Scheibenquallen, nur periodisch entwickeln und sich äusserlich so gleichen, dass sie häufig nur durch eine nähere Analyse ihres Inhaltes sich unterscheiden lassen, liegen neben den Rippen, auf einer Seite ein Ovarium, auf der anderen ein Hode. Ob der von ihnen bis zum Munde gehende Ausführungsgang nach aussen mündet, ist ungewiss.

Echinodermen. Fast alle Echinodermen sind getrennten Geschlechtes, indem vielleicht nur die Gattung *Synapta* hermaphroditisch ist. Auch hier sind Weibchen und Männchen ausser der Brunstzeit kaum zu unterscheiden. Die Ovarien und Hoden sind einfache oder verästelte Schläuche, die häufig keine Ausführungsgänge besitzen und daher ihre Producte durch Dehiscenz in die Leibeshöhle entleeren. Bei den Crinoiden liegen die Geschlechtsschläuche an den *pinnu'ae*. Die fünf Hoden oder Ovarien der Echinoiden befinden sich zwischen den Ambulakralbläschenreihen. Die einzelnen Blindsäckchen jedes Organs münden in einen besonderen Ausführungsgang, welcher am Rücken die Genitalplatten durchbohrt. Bei den Ophiuren liegen die gelappten Geschlechtstheile, je zwei, also zehn im Ganzen, in den Interradialräumen um den Magen herum; sie sind mit

einem nach dem Munde gehenden Stiele versehen, der jedoch nicht der Ausführungsgang zu sein scheint. Wahrscheinlich fallen Samen und Eier in die Leibeshöhle und werden durch die Spalten des Hautskeletes entleert. Die varicösen Geschlechtsdrüsen der Asterien liegen in den Armwinkeln und sind bei den afterlosen und auch mehreren mit einem After versehenen Seesternen ohne Oeffnungen und Ausführungsgänge. Bei anderen Seesternen mit After *(Asteracanthion rubens, Solaster papposus)* finden sich auf dem Rücken in jedem Interradialraume zwei nackte, siebartig durchlöcherte Stellen *(laminae cribrosae)*, wo die Ausführungsgänge münden.

Der Eierstock oder Hode der Holothurien besteht aus einem Büschel verästelter Blindsäcke (Ovarium roth, Hode weisslich), welche frei in der Leibeshöhle liegen und vorn in einem einzigen Ausführungsgange zusammenkommen, der zwischen den Tentakeln an der Rückenseite mündet.

2. Die Geschlechtsorgane der Würmer.

Infusorien. Es scheint sicher zu sein, dass auch bei den Infusorien eine geschlechtliche Fortpflanzung statt findet, und dass das Organ, welches Ehrenberg als den Hoden bezeichnete, wirklich eine Geschlechtsdrüse ist. Neuerlich hat man dasselbe *nucleus* genannt, einen kleineren, meist wandständigen Theil *nucleolus*. Nach Balbiani *(Comptes rendus. Mars. Aout* 1858) wäre der *nucleus* Eierstock, der *nucleolus* Hode *).

---

*) Von Samenkörperchen in einem der beiden Theile sprechen J. Müller, Claparéde, Lachmann, Lieberkühn. Nähere Aufschlüsse sind in dem im Erscheinen begriffenen Werke von Stein zu erwarten „Der Organismus der Infusionsthiere etc.“ Leipzig 1859.

Platyelmia. Zu den hermaphroditischen Platyelmien gehören sämmtliche Dendrocölen, fast alle Rhabdocölen, alle Cestoden und Trematoden. Diese zeigen in den Grundzügen ihres Geschlechtsorganismus eine grosse Uebereinstimmung. Die weibliche Geschlechtsdrüse zerfällt in zwei räumlich getrennte und an Umfang sehr verschiedene Partien. Die kleinere ist der sogenannte Keimstock, in welchem die Keimbläschen und ein eigenthümlicher feinkörniger Dotter gebildet werden, den man den Befruchtungsdotter nennen kann. Mit ihm nämlich kommen die Spermatozoen in Berührung vor dem Hinzutritt des in den ausgedehnten Dotterstöcken bereiteten grobkörnigen Dotters. Von sehr verschiedener Ausdehnung ist das Organ, in welchem diese verschiedenen Eielemente mit den Spermatozoen sich begegnen und zum vollständigen Ei werden, jenachdem die Eier einzeln ausgestossen werden (*Prostomum*, viele *Vortex* u. a., Planarien) oder in grösserer Zahl sich anhäufen (Cestoden und Trematoden); es ist der Uterus. Die den Dendrocölen fehlenden weiblichen Samentaschen kommen sehr allgemein bei den Cestoden, ganz besonders aber bei den Trematoden und Rhabdocölen vor. Während die meisten von ihnen nur ein einfaches sackförmiges Behältniss zur Aufnahme und Beherbergung des Samens bis zur Befruchtung besitzen, ist bei den typischen Arten von *Mesostomum*, wie bei vielen Insecten, eine *bursa copulatrix* und, in unmittelbarer Verbindung mit dem Keimstock, ein *receptaculum seminis* vorhanden.

Die aus dem, in der Regel paarigen Hoden führenden *vasa deferentia* bilden bei den Dendrocölen vor dem Penis starke Anschwellungen, welche als *vesiculae semi-*

nales fungiren; bei den übrigen Platyelmien münden sie in eine besondere, mit dem Begattungsglied in Verbindung stehende Samenblase. Jenes, das Begattungsorgan, ist bei den Rhabdocölen oft durch feste, hornartige Gebilde der verschiedensten Form ausgezeichnet.

Bei den Turbellarien dieser Abtheilung ist noch eine accessorische Drüse auf der Seite des männlichen Apparates zu nennen, deren körniges Sekret in der Samenblase oder in einer mit dem Penis in Verbindung stehenden Höhlung angehäuft wird.

Die männliche und die weibliche Geschlechtsöffnung pflegen bei Cestoden und Trematoden gemeinschaftlich in einer mässigen Vertiefung zu liegen. Bei den Dendrocölen und Rhabdocölen aber führt der *porus genitalis* in eine weite Vorhöhle, in welche die verschiedenen Organe und deren Ausführungsgänge einmünden, wenn nicht, wie bei vielen marinen Planarien, die Geschlechtsöffnungen ganz von einander getrennt sind.

Die Nemertinen, die Familie der *Microstomeae* und die Gattung *Dinophilus* sind getrennten Geschlechtes. Bei den Nemertinen liegen in unbestimmter Anzahl zu beiden Seiten des Darm- und des Rüsselkanals Drüsen, welche Samen oder Eier absondern und diese durch eigne Oeffnungen, ohne dass Begattungsorgane vorhanden wären, entleeren. Bei den Microstomeen ist ein einfacher Eierstock oder Hode vorhanden. Die männlichen Geschlechtstheile von *Dinophilus vorticoides* sind paarig. Auf jeder Seite ist ein schlauchförmiger Hode, welcher mit einer Samenblase in Verbindung stehlt; die kurzen Ausführungsgänge der Samenblasen stossen unterhalb des Mastdarms zusammen und sind, wie dieser, von einem starken Sphincter geschlossen. Die gemeinsame Intestino-

Genitalöffnung liegt über dem Schwanze. Beim Weibchen lassen sich Dotter- und Keimstöcke als gesonderte Organe nicht unterscheiden, wie man bei der sonstigen Verwandtschaft dieser Gattung mit den hermaphroditischen Rhabdocölen erwarten könnte. Die Eier entwickeln sich in vier elliptischen Behältern, welche, sobald sie mit Eiern angefüllt sind, ganz ausgestossen werden. Ein grosses dünnwandiges *receptaculum seminis* steht mit der Analöffnung in Verbindung.

Nematelmia. Bei den Acanthocephalen, Nematoden und Gordiaceen sind die männlichen und weiblichen Generationsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt; jede Ordnung verhält sich aber wiederum eigenthümlich. Im Inneren des sogenannten *ligamentum suspensorium* der ♀ Acanthocephalen bilden sich feinkörnige Körper, welche in die Leibeshöhle gelangen und lose Ovarien oder eibildende Scheiben sind. Diese erzeugen Eier, die bei eintretender Reife aus der Scheibe fallen, durch Schluckbewegungen wieder in das *ligam. suspensorium* aufgenommen und in den Uterus zur Weiterbeförderung geleitet werden.

In den ♂ Acanthocephalen sind gewöhnlich zwei hinter einander liegende rundliche Hoden am *ligam. suspens.* befestigt, deren *vasa deferentia* nach dem Hinterende zum Penis gehen. Dieser, gewöhnlich eingezogen, endigt, wenn er hervorgestülpt wird, mit einer Art von Glocke, welche beim Coitus die weibliche Geschlechtsmündung umfasst. Kleine birnförmige Drüschen in der Nähe der Hoden und der Samenleiter scheinen die klebrige Masse abzusondern, welche häufig an der weiblichen Geschlechtsmündung haftet. Die weiblichen Organe der Nematoden stellen einen einfachen oder gabeligen

Blindsack, die männlichen immer eine einfache lange Röhre dar. Dort lassen sich die verschiedenen weiteren und engeren Abtheilungen als Ovarium, Eileiter, Uterus und Scheide, weit nach vorn mit einem Querspalt mündend, hier als Hode, *vas deferens, vesicula seminalis* und *ductus eiaculatorius* unterscheiden. Mit dem *duct. eiacul.* steht die Penisscheide in Verbindung. Der aus harter Substanz bestehende einfache oder doppelte Penis ist von sehr verschiedener Form. Als Hülfsbegattungsorgane dienen den Männchen mancherlei äussere Anhänge, auch scheint häufig, wie bei den Acanthocephalen, ein Kitt zur innigeren Vereinigung der Begattungsorgane secernirt zu werden.

Auch bei den Gordiaceen sind die Fortpflanzungswerkzeuge schlauchförmig und lassen eine ähnliche Eintheilung zu.

Ringelwürmer. Die Egel, Regenwürmer und Naiden sind Zwitter mit gegenseitiger Befruchtung. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Bauche im Vordertheile, die weiblichen hinter den männlichen; die Begattung geschieht, indem sich die entgegengesetzten Körperenden der beiden Individuen an einander legen. Von den Hirudineen mag *Hirudo medicinalis* als Vorbild dienen; ihm schliessen sich die übrigen mit einigen, namentlich auf die Zahl der Hoden bezüglichen Abweichungen an. Zwei rundliche Eierstöcke haben jeder einen kurzen Eileiter, die sich zu einem längeren, gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigen. Dieser führt in einen birnförmigen, mit einer kurzen Scheide endigenden Uterus über. Neun Paar Hoden liegen in zwei Reihen zu den Seiten der Ganglienkette; ihre kurzen Ausführungsgänge münden in die beiden langen *vasa deferentia*,

die, vorn sieh mehrfach windend, die beiden sogenannten Samenblasen bilden. Die *ductus eiaculatorii* derselben gehen in den, den herausstülpbaren Penis enthaltenden Bulbus.

Die Kapseln (Cocons), womit viele Egel ihre Eier umgeben, werden von eigenthümlichen, während der Brunstzeit und vor dem Legen sich entwickelnden Hautdrüsen als eine schleimige, bald erhärtende Masse secernirt.

Unter den Oligochäten kennt man am besten die Geschlechtswerkzeuge der Lumbricinen. Die männlichen Organe bestehen in vier Hoden, zwei grossen dünnhäutigen Samenblasen und zwei, mit je zwei trichterförmigen Organen beginnenden Samenleitern. Die beiden Eierstöcke sind klein; etwas hinter ihnen liegen zwei mit Tuben beginnende Eileiter. Die Geschlechtsöffnungen sind paarig; ihre Lage wechselt nach den Species. Aehnlich complicirt verhalten sich die Naiden. Als äusseres Begattungsorgan dient den Regenwürmern der sogenannte Sattel. Er entwickelt sich besonders zur Brunstzeit, und die Thiere umfassen sich mit seinen an der Bauchseite befindlichen Rändern. Er entsteht ebenso wie der Gürtel anderer Lumbricinen und Naiden durch eine Anhäufung weisslicher Drüsenbälge.

Viel einfacher, als die genannten Anneliden, verhalten sich die Kiemenwürmer. Sie sind getrennten Geschlechtes; ihr ganzer Generationsapparat besteht nur in einem Paar Drüsen-Körpern oder Schläuchen, welche ausser der Brunst häufig gar nicht zu bemerken sind, während derselben aber oft ganz enorm anschwellen und mit Samen oder Eiern gefüllt sind. Sie besitzen keine Ausführungsgänge, sondern entleeren ihren Inhalt, wahr-

scheinlich indem sie bersten, in die Leibeshöhle. Von hier aus gelangen Samen und Eier vielleicht durch besondere Oeffnungen zwischen den Fussstummeln ins Wasser, bei anderen Kiemenwürmern wird die Leibeshöhle vielleicht durch Ablösung der hinteren Körpersegmente geöffnet.

3. Die Geschlechtsorgane der Arthropoden.

Räderthiere. Sie sind wohl alle getrennten Geschlechtes. Der weibliche Apparat besteht in einem einfachen oder doppelten schlauchförmigen Ovarium, dessen Ausführungsgang in die Cloake übergeht, und in welchem nicht selten die Dotterbildung und die Bildung der Keimbläschen verschiedenen Stellen übertragen ist. Die Männchen, welche man in den letzten Jahren von ziemlich vielen Arten hat kennen lernen, sind ausgezeichnet durch den Mangel des Verdauungsapparates. Der Hode ist einfach, blasenförmig und mündet in die, ausserdem nur noch die contractile Blase anfnehmende Cloake ein*).

Crustaceen. Nur bei den Cirripedien scheinen beiderlei Geschlechtsorgane in demselben Individuum vereinigt zu sein, wiewohl auch gegen ihren Hermaphroditismus Zweifel erhoben sind. Das Ovarium der Lepaden liegt im Stiel, bei den Balanen zerfällt es in mehrere, zwischen den Mantelblättern befindliche Partieen. Bei

*) Das ♂ von *Hydatina senta* ist in der *Enteroplea hydatina* Ehrbg. erkannt. Ausser den oben erwähnten und anderen, die Form und die Hautbedeckungen betreffenden Abweichungen macht die Zwergform mancher Arten das Erkennen schwer. So z. B. ist das ♂ von *Brachionus arceolaris* bis dreimal kleiner als das ♀ und hat keine starre Schale.

beiden verweilen die Eier bis zum Auskriechen der Jungen in der Mantelhöhle. Die Hoden bestehen aus zwei Haufen traubenförmig vereinigter Follikel, zu den Seiten des Darmkanals. Ihre weiten *vasa deferentia* vereinigen sich am Grunde des bekannten schwanzförmigen Anhanges, durch welchen sich der *ductus eiaculatorius* erstreckt.

Bei allen übrigen Crustaceen sind die weiblichen und die männlichen Organe auf verschiedene Individuen vertheilt, sind aber desshalb häufig verkannt worden, weil beiderlei Geschlechtswerkzeuge oft täuschend in den äusseren Formen sich einander wiederholen. Zu anderen irrigen Meinungen hat der Umstand Veranlassung gegeben, dass bei gewissen Ordnungen, z. B. den Lophyropoden, höchst selten, bei manchen Arten noch gar nicht die Männchen gefunden sind, und dass bei anderen Ordnungen, namentlich den Parasiten, häufig die Männchen so ausserordentlich klein im Vergleich zu den Weibchen sind, dass sie leicht ganz übersehen werden, oder, bei ihrem schmarotzenden Aufenthalt am Weibchen, selbst wieder für eigene Schmarotzergattungen der Weibchen gehalten worden sind.

Unerachtet der vielen Abweichungen in den verschiedenen Ordnungen und weiteren Unterabtheilungen, lässt sich doch ein gemeinsamer Typus der Geschlechtsorgane, sowohl der weiblichen als der männlichen, nicht verkennen, daher auch die genauere Beschreibung aller dieser Variationen mehr ein specielleres zootomisches Interesse hat, als wir hier verfolgen.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Die gewöhnlich doppelten Ovarien liegen neben

dem Darme; sie sind theils (Parasiten, Lophyropoden, Lämodipoden, Isopoden, Amphipoden u. a.) einfache Schläuche, theils (z. B. bei *Apus*) vielfach verästelt. Das Ovarium von *Astacus fluviatilis* ist dreilappig, indem die beiden seitlichen Lappen den beiden Ovarien der übrigen Crustaceen entsprechen; es liegt unter dem Herzen. Zu jedem Eierstock gehört ein besonderer Eileiter, und beide Eileiter münden nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe gesondert, gewöhnlich an der Basis eines Fusspaares nach aussen, z. B. bei den Anomuren und Macruren am dritten Fusspaare, bei den Brachyuren auch an demselben Körpersegment, aber zu den Seiten der Mittellinie. Die meisten weiblichen Crustaceen tragen die befruchteten Eier noch eine Zeit lang, meist bis zum Auskriechen der Embryonen, mit sich umher. Sie sind desshalb oft mit besonderen Hülfsorganen ausgestattet. Dahin gehören u. a. die in der Nähe der Geschlechtsöffnungen mündenden Drüsenschläuche, die einen Kitt zur Befestigung der Eier absondern (Parasiten, Lophyropoden). Sehr häufig sind auch, wo diese Kittorgane fehlen, am Bauche besondere Bruttaschen *(marsupium)* zur Aufnahme der Eier angebracht (Lämodipoden, Asseln, Amphipoden u. a.). Bei den Decapoden werden die Eier durch die mehr als bei den Männchen entwickelten Afterfüsse gehalten.

Die beiden Hauptabtheilungen der Myriopoden sind auch durch ihre Geschlechtswerkzeuge getrennt. Der Eierstock der Chilognathen ist doppelt, beide Eierstöcke entweder von einem gemeinschaftlichen Sacke umhüllt *(Polyxenus, Glomeris, Julus, Polydesmus)* oder jeder von einem eignen Sacke umgeben *(Craspedosoma)*. Die Geschlechtsöffnungen dieser Gattungen (♀) liegen

paarig unmittelbar hinter dem 2. Fusspaar. Der Eierstock der Chilopoden (*Lithobius, Scolopendra etc.*) ist einfach und liegt oberhalb des Verdauungscanals. Allgemein finden sich *receptaculum seminis* und zwei bis vier accessorische Drüsen.

Männliche Geschlechtsorgane.

Nur selten, wie bei den *Cyclopidae*, ist der Hode einfach; in der Regel ist er doppelt, und es findet sich demnach meist auch jederseits ein Ausführungsgang, mit dem äussere Ruthen in Verbindung stehen. Die Mündungen der *vasa deferentia,* deren letzten, erweiterten Theil man bei den höheren Ordnungen als *ductus eiaculatorius* bezeichnet, liegen sehr verschieden, so z. B. bei den meisten Decapoden am Hüftgliede des letzten Fusspaares.

Sehr viele männliche Crustaceen sind mit äusseren Copulationsorganen ausgestattet, mit welchen sie bei der Begattung die Weibchen festhalten. Gewöhnlich sind diess Krallen oder Haken an einem oder an mehreren Fusspaaren, oder auch an einem Beine. In secundäre Ruthen ist das erste Paar Afterfüsse vieler Decapoden umgewandelt. Bei den Cyclopiden und manchen Decapoden bilden sich Spermatophoren. In dem unteren Theile der Ausführungsgänge sondert sich der Samen in einzelne cylindrische oder birnförmige Partieen, welche sich mit einer homogenen Membran umgeben. Von den Männchen der *Cyclopidae* werden diese Schläuche aussen an die Vulva des Weibchens geklebt.

Auffallende Eigenthümlichkeiten bieten die Geschlechtsverhältnisse der Ostracoden dar. Sie besitzen eine wunderbar geformte Schleimdrüse (*glandula mucosa*), deren Secret zur Reifung der Zoospermien von Wichtig-

keit zu sein scheint; ihr Begattungsapparat ist complicirter, als es sich sonst bei den Crustaceen findet; am merkwürdigsten sind aber die Zoospermien, welche einzeln einen Ueberzug von jenem Schleime bekommen, den sie später, gleichsam sich häutend, abwerfen. Ferner haben diese Samenkörperchen eine undulirende Spiralplatte, rechts oder links gewunden, je nach der Körperhälfte, in der sie entstehen, und endlich erreichen sie die absolut grösste Länge, die bis jetzt in der Thierwelt beobachtet ist, indem sie bei *Cypris ovum* $^2/_3{}'''$ — $1'''$ lang sind, über dreimal länger als das Thier selbst.

Die männlichen Geschlechtstheile der Myriopoden sind fast in jeder Unterabtheilung dieser Ordnung nach einem besonderen Typus gebaut. Während bei einigen (z. B. *Lithobius*) nur ein Hodenschlauch, gewöhnlich mit einem Paar Nebenhoden, sich sondert, haben andere Gattungen (z. B. *Glomeris*) zwei Hoden, und bei *Julus* sind eine Menge einzelner Hodenblasen in zwei Reihen vorhanden, die auf zwei, durch Queranastomosen verbundenen *vasa deferentia* aufsitzen. Die Geschlechtsöffnnngen sind denen der Weibchen entsprechend. Die Bedeutung mehrerer Drüsen, deren Ausführungsgänge nach den Geschlechtsmündungen führen und welche auch die Weibchen besitzen, kennt man nicht.

Mehrere Chilognathen, z. B. *Polydesmus* und *Julus* besitzen einen eigenthümlichen Begattungsapparat, der bei *Polydesmus complanatus* an die höheren Cruster erinnert, indem ein Fusspaar dazu verwendet ist. Die Begattung ist eine ähnliche, wie bei den Arachniden und Libelluliden. Dagegen hat kein Chilopode ein Begattungsorgan, wohl aber wird der Same in feste Spermatophoren verpackt, welche sich bei *Geophilus convolvens*, nachdem

sie abgelegt sind, das Weibchen selbständig aneignen muss.

Arachniden. Mit Ausnahme der Tardigraden, deren hermaphroditische Geschlechtstheile aus einem grossen schlauchförmigen Ovarium, über dem hinteren Theile des Darmkanals gelegen, und aus zwei länglichen, mit dem Ovarium in die Cloake mündenden Hoden nebst einem Samenbläschen bestehen, sind die Arachniden getrennten Geschlechtes.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Die Ovarien sind in der Regel doppelt vorhanden, verschmelzen aber zuweilen so in der Mitte (bei den Phalangien), dass sie einen einzigen Bogen bilden, und bei den Scorpioniden bestehen sie aus drei engen, parallelen Schläuchen, welche durch vier Paar Querkanäle verbunden sind. Die beiden Eileiter gehen bei den Phalangien in eine Art von Uterus über, aus welchem sich ein zweiter langer und gewundener Oviduct fortsetzt; in der Regel aber führen die kurzen Oviducte gleich in die Scheide (z. B. bei den Araneen) oder in eine Legeröhre (bei mehreren Milben) über. Auch die Phalangien besitzen eine gegliederte Legeröhre. In die Scheide münden sehr häufig auch die Ausführungsgänge zweier Schläuche, die bei den Araneen wenigstens als *receptacula seminis* functioniren, bei anderen Arachniden aber vielleicht als Kittorgane zu deuten sind. Die äussere Geschlechtsmündung befindet sich theils am Hinterleibe, z. B. bei den Araneen und vielen Acarinen, theils an der Brust, wie bei anderen Acarinen (*Acarus*, *Ixodes*).

Völlig abweichend verhalten sich die Pycnogoniden, deren acht schlauchförmige Eierstöcke in den Bei-

nen liegen. Andere Theile des Geschlechtsapparates sind bei ihnen nicht gefunden.

Männliche Geschlechtsorgane.

Die Hoden variiren sehr an Zahl und Form, wiewohl die Duplicität vorherrscht, so z. B. bei den Araneen, deren Hoden zwei sehr lange und gewundene Schläuche sind. Ihre Ausführungsgänge münden zwischen den Lungensäcken an der Basis des Hinterleibes. Nur wenige Arachniden, z. B. die Phalangien, besitzen einen Penis; sehr häufig aber dienen die sehr entwickelten Kieferfühler und eigenthümlich gestalteten Palpen als Begattungsorgane. So bringen die männlichen Araneen vermittelst ihrer löffelartigen Palpen die Samenflüssigkeit auf die Vulva der Weibchen.

Insekten. Bei allen Insekten sind die Geschlechtswerkzeuge auf verschiedene Individuen vertheilt, indem die sogenannten Geschlechtslosen in den Kolonieen der Bienen, Termiten und Ameisen unentwickelte Weibchen sind, diejenigen Aphiden aber, welche ohne Befruchtung eine Brut hervorbringen, in die Kategorie der sogenannten Ammen (s. unt. über den Generationswechsel) gehören. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich vorzüglich während des Puppenzustandes, ihre Keime sind jedoch schon bei den Larven sehr früh zu entdecken, und man kann z. B. schon an den jungen Raupen die Geschlechter unterscheiden. In den besonderen Formen, namentlich der Ovarien und Hoden, unendlich mannichfaltig, zeigen die Generationsorgane der Insekten doch im Allgemeinen eine Uebereinstimmung, die zum Theil noch mehr hervortritt, als bei den Crustaceen und Arachniden.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Die beiden Ovarien nehmen, wenn sie ausgebildet sind, häufig den grössten Theil des Hinterleibes ein; sie bestehen aus einzelnen Röhren oder Schläuchen, in denen immer nur eine Reihe Eier liegt, die weniger entwickelten nach dem blinden Ende zu, so dass sie ein perlschnurförmiges Ansehen haben. Nur bei einigen Ordnungen ist die Zahl der Röhren eine geringe, wie bei den Aptern und den meisten Hemiptern; auch die Lepidoptern haben nur vier sehr lange Schläuche. Gewöhnlich aber sind sie in grösserer Menge vorhanden und auf die verschiedenartigste Weise gruppirt. Das offene Ende der Eiröhren führt in die beiden gewöhnlich kurzen Tuben oder Eileiter, und diese vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, dessen Ende die eigentliche Scheide ist. Mit diesem Ausführungsgange stehen aber auch mehrere schlauchförmige und drüsenartige Organe in Verbindung, durch deren nähere Kenntniss erst manches sonst Räthselhafte in der Fortpflanzungsgeschichte der Insekten aufgeklärt wird. Am weitesten nach hinten mündet die Samentasche (*receptaculum seminis*), die vielleicht nur den Aptern fehlt, bei den meisten Insekten aber einfach oder doppelt oder auch (bei vielen Diptern) dreifach sich findet. Ihr oberer Theil ist der Samenbehälter (*capsula seminalis*), dessen innere Wandung meist eine hornige Beschaffenheit und eine braune Färbung hat. Durch einen *ductus seminalis* steht die Samenkapsel mit der Scheide in Verbindung. Nicht selten mündet in den Gang der Samentasche eine paarige oder unpaarige Drüse (*glandula appendicularis*) von noch ungewisser Bestimmung.

Ein zweites, vor der Samentasche (von der äusseren

Geschlechtsöffnung an gerechnet) in die Scheide mündendes Anhängsel ist die gewöhnlich birnförmige Begattungstasche (*bursa copulatrix*). Sie kommt jedoch weniger häufig vor, indem sie mehreren Ordnungen, den Diptern, Aptern, Hymenoptern, vielleicht auch den Neuroptern fehlt. Von den Orthoptern besitzen sie die Libelluliden. Sie dient bei der Begattung zur Aufnahme des männlichen Gliedes und häufig auch des Samens, der nicht selten von besonderen häutigen Kapseln (Samenschläuchen, Spermatophoren) umgeben ist. Nie scheint jedoch der Same längere Zeit in der *bursa copulatrix* zu verweilen; der eigentliche Aufbewahrungsort desselben ist das *receptaculum seminis*, wohin die Zoospermien wahrscheinlich durch eigene Bewegung gelangen. Hier aber, in der Samentasche, behält der Same lange seine befruchtende Kraft, und die Befruchtung geschieht, ganz unabhängig vom Begattungsacte, während die Eier an der Mündung des *receptaculum seminis* vorbeigehen.

Endlich ergiessen bei vielen Insekten noch besondere Kitt- oder Schleimdrüsen (*glandulae sebaceae*) ihr Secret in die Scheide, nahe bei deren Oeffnung, und diese Absonderung dient dazu, die gelegten Eier unter einander zu verbinden und hie und da zu befestigen.

Ueber die äusseren Geschlechtstheile ist oben Seite 106 ff. gehandelt.

Männliche Geschlechtsorgane.

Die paarigen Hoden zeigen fast noch mannichfaltigere Formen als die Ovarien, indem sie zwar auch bei einigen Ordnungen, wie den Diptern und Lepidoptern, aus zwei einfachen, birnförmigen (Dipt.) oder länglichen Schläuchen bestehen, in den meisten Fällen aber aus einer

grösseren Anzahl in verschiedenster Weise gruppirter Blindröhren zusammengesetzt sind und nicht selten in ihrer Anordnung die Eierstöcke täuschend nachahmen. Häufig sind die Hoden durch eine eigenthümliche Pigmentschicht gefärbt, auch von einer besonderen Haut eingehüllt.

Die Hodenröhrchen münden durch kurze Ausführungsgänge in die beiden *vasa deferentia,* die nicht selten (z. B. bei *Neba, Carabus, Cerambyx)* ausserordentlich lang und dann knäuel- oder spiralförmig gewunden sind. Als Samenblasen bezeichnet man die an dem unteren Ende der Samenleiter befindlichen Erweiterungen. Beide Samenleiter vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen *ductus eiaculatorius*, und kurz hinter der Vereinigungsstelle münden in diesen gewöhnlich mehrere schleimabsondernde Drüsen. Dieser Schleim dient hauptsächlich zur Umhüllung des Samens, mit dem er in die Begattungstasche ergossen wird, bildet auch, indem er eine membranöse Beschaffenheit annimmt, die oben erwähnten Spermatophoren.

Die männlichen Begattungsorgane zeigen bei den einzelnen Insektenarten eine so bestimmte Form der verschiedenen sie bildenden Leisten, Platten und Zangen, dass sie ganz genau an und in die weiblichen Geschlechtsorgane passen und schon desshalb eine Vermischung der Arten nicht zulassen. Fast überall ist ein Penis vorhanden, in welchen der *ductus eiaculatorias* übergeht. Er wird entweder von mehreren Schienen oder Klappen scheidenartig umgeben, wie bei vielen Diptern, den Lepidoptern, Hymenoptern, Orthoptern, Neuroptern, oder ist von einer hornigen Kapsel umschlossen, wie bei den Hemiptern und Coleoptern, bei welchen letzteren die Ruthe

noch von besonderen kleinen Leisten und Gräten unterstützt wird. Gewöhnlich liegen die Copulationsorgane ausser der Begattungszeit im Hinterleibsende verborgen.

Eine der merkwürdigsten Abweichungen findet sich bei den Libellen. Ihr *ductus eiaculatorius* mündet am Hinterende, von zwei kleinen Klappen bedeckt, der Penis aber liegt weit davon entfernt, vorn an der Bauchseite des Abdomen, und bei ihm eine Samenblase, in welche das Männchen vor der Begattung die Samenflüssigkeit ergiesst. Ein hinter dem Penis befindlicher Zangenapparat dient zum Festhalten des Weibchens während der Begattung.

4. Die Geschlechtsorgane der Mollusken.

Bryozoen. Die Süsswasserbryozoen sind Hermaphroditen, die Ovarien an der Innenfläche der vorderen Körperwand befestigt, die Hoden am Magengrunde oder inneren Leibesfläche. Eingeschlechtig sind die Meer-Bryozoen, die Individuen beider Geschlechter jedoch immer, wie es scheint, in einem Stocke beisammen. Eierstock oder Hode ragen vom Magen aus frei in die Leibeshöhle, aus welcher die Eier durch eine neben dem After befindliche Oeffnung entleert werden, während der Same durch besondere Communicationsröhren von einem Individuum auf das andere übergeht.

Acephalen. Auch ihre Generationsorgane sind sehr einfach, da sie nur aus den Geschlechtsdrüsen und deren Ausführungsgängen bestehen.

Bei den Tunicaten herrscht die Zwitterbildung vor. Und zwar sind bei den Salpen die Individuen der Salpenketten die Geschlechtsthiere (davon im folgenden Kapitel). Bei den Ascidien liegt ein länglicher, gelbli-

cher Eierstock in der Leibeshöhle, dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm in die Höhe steigt und sich in die Cloake öffnet. Eine zweite weissliche Drüsenmasse, neben und unterhalb des Ovarium gelegen, ist der Hode. Das *vas deferens* verläuft neben dem Eileiter. Nur die Gattung *Cynthia* weicht hiervon ab, indem ihre Geschlechtsdrüsen (vielleicht nur Eierstöcke) mit besonderen Ausführungsgängen zwischen Kiemen- und Muskelschlauch sich befinden.

Die Brachiopoden sind getrennten Geschlechtes. Hoden und Ovarien sind einander sehr ähnlich. Sie erstrecken sich, schlauch- oder geweihförmig, von der Leber aus auf den Mantel.

Nur wenige Lamellibranchiaten, *Cyclas, Clavagella* und vielleicht auch *Pecten* sind hermaphroditisch. Hoden und Eierstöcke liegen jederseits zwischen den Eingeweiden. Bei den übrigen Lamellibranchiaten aber, also der grossen Mehrzahl, sind die Geschlechter getrennt, obwohl ausser der Brunstzeit nur selten zu unterscheiden. Auch hier liegen die beiden Hoden oder Ovarien im Abdomen, unter der Leber und um die Darmwindungen herum. Ihre Ausführungsgänge münden entweder neben den Mündungen der Nieren in die Mantelhöhle oder sogar in die Nierenhöhlen selbst, und durch das Flimmerepithelium der Mantelhöhle werden die Eier zwischen die Lamellen der äusseren Kiemenblätter geführt, und die Kiemenfächer versehen somit die Stelle eines Uterus. Auch der Samen gelangt (wie schon oben bemerkt) dorthin. Die weiblichen Individuen von *Anodonta* sind durch die bedeutende Ausbuchtung der Schalen kenntlich, in welchen die bei der Entwicklung der Brut sehr anschwellenden Kiemenblätter Platz finden.

Cephalophoren. Sie sind theils Hermaphroditen, theils getrennten Geschlechts; in beiden Abtheilungen kann man an den weiblichen Zeugungsorganen ziemlich allgemein einen Eierstock, Eiweissdrüse, Eileiter, Uterus, Scheide und *receptaculum seminis* unterscheiden, an den männlichen den Hoden, *vas deferens*, *ductus eiaculatorius*, *penis*, wozu namentlich bei den Zwittern noch mehrere in den gemeinschaftlichen Geschlechtsausführungsgang mündende Drüsen kommen.

Geschlechtsorgane der hermaphroditischen Cephalophoren.

Zu den hermaphroditischen Schnecken gehören die *Pteropoda*, *Apneusta*, *Gymnobranchia*, *Hypobranchia*, *Pomatobranchia* und *Pulmonata*. Alle zeichnen sich durch die sogenannte Zwitterdrüse aus.

Abgesehen von den Fällen (*Janus*, *Calliopaea*, *Actaeon*), wo Hodenfollikel und Eierstocksfollikel vollständig aus einander gelegt sind, beide aber einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang haben, scheinen zwei Hauptformen der eigentlichen Zwitterdrüsenbildung angenommen werden zu müssen. In dem einen Falle, bei den Pteropoden und Nacktkiemern (nachweislich *Cymbulia*, *Tritonia*), besteht die Drüse aus besonderen Samenschläuchen und Eifollikeln, welche letztere blosse Ausbuchtungen der ersteren sind. Bei *Cymbulia* fällt die männliche Reife und Brunst des Individuum vor die weibliche, und solche zeitliche Verschiedenheit der Brunst ist wahrscheinlich bei vielen Zwitterschnecken vorhanden und bedingt die gegenseitige Befruchtung. In dem anderen Falle, der bei den Lungenschnecken Regel zu sein scheint, finden sich wahre Zwitterfollikeln, in deren Wandungen

die Eier sich bilden, während die Samenelemente in der Höhlung der Schläuche entstehen oder auch beide, sowohl die Eikeime als die Samenbildungszellen gehen durch Abschnürung aus dem einfachen Epithel hervor.

Bei den Pulmonaten existirt auch (Semper) für Samen und Eier nur ein einziger gemeinsamer Ausführungsgang, und diess dürfte das allgemeine Verhalten sein. Von da an, wo der anfänglich gemeinsame Gang sich spaltet, weichen die Familien und Gattungen vielfältig von einander ab. Häufig geht das *vas deferens* von der *tuba* ab, ehe diese in den Uterus übergeht, und verläuft ganz isolirt mit mehreren Windungen und Biegungen zum Penis. Oder das *vas deferens* verlässt die *tuba* an der Uebergangsstelle in den Uterus, läuft aber als eine Rinne oder Halbkanal an dem Uterus hinab, entweder bis zur gemeinschaftlichen Geschlechtsöffnung (z. B. bei *Aplysia)* oder nur bis zu einer gewissen Stelle des Uterus, von wo es selbständig nach dem Penis überführt (Pulmonaten).

Da, wo der Eiergang sich in den Uterus inserirt, mündet auch sehr häufig eine ansehnliche weissliche, oft zungenförmige Drüse (Hode Cuv., Eierstock Trevir., Paasch), die vermuthlich dazu dient, die Eier nach der Begattung weiter auszubilden und ihnen das Eiweiss zu liefern. Sie kann also Eiweissdrüse genannt werden.

Der Uterus ist bei den Pulmonaten ein langer, gedrehter und mit vielen Querfalten versehener Schlauch, bei anderen ist er nur kurz. Er geht in die Scheide über.

In diese münden noch mehrere Schläuche und Drüsen, von denen man namentlich die Befruchtungstasche (*receptaculum seminis*) erkannt hat. Diess ist

eine birnförmige Blase mit einem längeren oder kürzeren hohlen Stiele, das Analogon des gleichbenannten Organs bei Arthropoden und Strudelwürmern. Bei den Helicinen ist unterhalb der Mündung des *receptaculum seminis* ein cylindrischer Sack gelegen, der Pfeilsack, in dessen Höhle sich der sogenannte Liebespfeil bildet, welcher wahrscheinlich als Reizorgan dient. Die Function der beiden Büschel von Blindsäcken oder der wenigen Blindsäcke, welche sich am Grunde des Pfeilsackes inseriren, ist undeutlich.

Den männlichen Geschlechtsapparat angehend, haben wir noch zu bemerken, dass nicht selten durch eine Erweiterung des *vas deferens* eine *vesicula seminalis* gebildet wird, gewöhnlich ehe das *vas deferens* auf den Uterus übergeht (*Helix pomatia*). Als *prostata* betrachtet man eine Drüsenmasse, welche bei mehreren Schnecken (*Pleurobranchaea*, *Thetis*, *Lymnaeus stagnalis* u. a.) das *vas deferens*, bald nachdem es den Eileiter verlassen, umgiebt.

Als männliches Begattungsorgan ist gewöhnlich eine hervorstülpbare Ruthe vorhanden, welche entweder (*Apneusta*, *Gymnobranchia*) in einem besonderen *praeputium* steckt, oder frei in der Leibeshöhle liegt und häufig (bei vielen Helixarten u. a.) nach hinten in einen geisselförmigen Anhang, *flagellum*, übergeht, der hohl und umstülpbar ist.

Die äusseren Oeffnungen der Geschlechtsorgane liegen meist auf der rechten Seite, seltener (*Lymnaeus*, *Planorbis*, *Physa*) auf der linken Seite des Halses. Theils ist eine gemeinschaftliche Geschlechtscloake vorhanden (*Helix*, *Limax* u. a.), theils liegt die Oeffnung des Penis vor der Scheidenmündung (*Lymnaeus*, *Planorbis*

u. a.), theils auch ist zwar eine gemeinschaftliche Geschlechtscloake da, der Penis aber liegt weit davon entfernt, meist neben dem Schlundkopf unter dem rechten Fühler, und der Same wird durch eine äussere Rinne von der Geschlechtsmündung bis zur Ruthenöffnung geleitet.

Geschlechtsorgane der nicht hermaphroditischen Cephalophoren.

Zu dieser Abtheilung gehören ausser den *Heteropoda* die *Cirrobranchia*, *Tubulibranchia*, *Cyclobranchia*, *Aspidobranchia* und die *Ctenobranchia* (mit Ausnahme von *Littorina)*, endlich die Familie der *Operculata.*

Im Allgemeinen finden sich bei jedem Individuum entweder die männlichen oder die weiblichen Geschlechtswerkzeuge in der Art, wie wir sie verbunden bei den Hermaphroditen sehen. Hode und Eierstock liegt gleichfalls in der Lebersubstanz eingebettet und ein einfacher, nur ausnahmsweise bei *Chiton* doppelter Ausführungsgang begiebt sich als *vas deferens* oder *tuba Fallopii* nach vorn, meist auf der rechten Seite. Nimmt der Eileiter (bei den Gasteropoden) eine drüsige Beschaffenheit an, so nennt man ihn Uterus. Die mancherlei drüsigen Anhänge sowie das *receptaculum seminis* sind bei Weitem nicht so verbreitet, als bei der vorigen Abtheilung. Von den einheimischen Schnecken besitzt jedoch *Paludina vivipara* die zungenförmige Drüse und ein kurzes *receptaculum seminis.*

Die meisten dieser Cephalophoren (*Ctenobranchia*, *Operculata*, mehrere *Heteropoda)* sind mit einem Penis versehen, in welchen das *vas deferens* einmündet.

Cephalopoden. Alle Cephalopoden sind getrennten Geschlechts. Der einfache Eierstock

liegt im Grunde des Mantels, lose von einer derben Eierstockskapsel umgeben. Die Eier, die während ihrer Bildung am Ovarium von einem, dem Eierstock angehörigen Ueberzuge, der Eierkapsel, umhüllt sind, fallen, nachdem diese Hülle geplatzt, in die Eierstockskapsel und werden durch einen oder zwei, am Grunde des Trichters neben dem Mastdarm mündende Eileiter entleert. Drüsige Anschwellungen, welche bei den Loliginen an den Oviducten in der Nähe der Mündung, bei den Octopoden in der Mitte der Oviducte sich finden, sondern wahrscheinlich die mannichfaltigen Hüllen des Laiches ab. Auch die sogenannten Nidamental-Drüsen der Loliginen, auf dem Tintenbeutel liegend, haben vielleicht eine ähnliche Bedeutung.

Die männlichen Geschlechtswerkzeuge sind bei denjenigen Cephalopodenarten, wo die Männchen den Weibchen an Grösse und Gestalt gleich kommen, so angeordnet. Der einfache, wie der Eierstock gelegene Hode ist von einer Hodenkapsel umgeben. Das von der Kapsel ausgehende *vas deferens* nimmt nach einem vielfach gewundenen Verlaufe in seinen Wandungen eine drüsige Beschaffenheit an und an dem oberen Ende die Mündung eines oder zweier drüsigen Schläuche auf. Etwas weiter nach oben geht es in das vordere Ende eines weiten Sackes, der *bursa Needhamii* über, und die Fortsetzung derselben, der *ductus eiaculatorius*, endigt links vom Mastdarm mit einem kurzen *penis*. Höchst eigenthümlich verhalten sich nun die Samenschläuche oder Spermatophoren, in denen der Samen entleert wird. Ihre Bildung beginnt in dem oberen drüsigen Theile des *vas deferens*, und wahrscheinlich liefert der dort einmündende Blindsack den Stoff dazu. Fertig liegen sie in

grösserer Menge in der *bursa Needhamii*. Sie bestehen aus einer derbhäutigen cylindrischen Hülle, die am unteren Ende kolbenförmig angeschwollen ist, und zwei in dieser enthaltenen verschiedenartigen Theilen. Im Vorderende des Samenschlauches liegt eine, von einer besonderen häutigen Hülle eingeschlossene Portion Samen, im Hinterende ein mit diesem Samensacke verbundener Ausschnellungsapparat, hauptsächlich ein spiralig gewundenes Band. Sobald durch die Begattung ein Samenschlauch in die Mantelhöhle des Weibchens gelangt ist, saugt er Wasser auf bis zum Platzen, worauf der Spiralfaden ausschnellt und die Samenportion nach sich zieht. Die Befruchtung geht in der Eierstockskapsel vor sich, wohin der Same wahrscheinlich durch die Eileiter gelangt.

Die ♂ der meisten Cephalopoden besitzen einen sogenannten hectocotylisirten Arm*), am merkwürdigsten ausgebildet bei *Argonauta*, *Octopus granulosus Lmk.* *(O. Carenae Ver.)* und *Tremoctopus violaceus*. Hier entwickelt sich dieser, zur Aufbewahrung des Samens und Vermittlung der Begattung bestimmte Arm *(Hectocotylus)* in einem Säckchen, welches später platzt und, mit dem

---

*) Der isolirt gefundene Arm ist anfänglich als Eingeweidewurm beschrieben worden. Durch Steenstrup's Untersuchungen *(Kon. danske Vid. Selsk. Skriften* 3. *Räcke*. 4 *Bd. Wiegm. Arch.* 1856*)* hat sich herausgestellt, dass Regel ist, was anfangs paradoxe Ausnahme zu sein schien. Die Gattungen sind in folgender Weise hectocotylisirt:

Argonauta — 3. linker Arm; *Tremoctopus*, *Octopus* und *Heledone* — 3. rechter Arm; *Rossia* — 1. linker Arm mit dem rechten nur in der Mitte; *Sepiola* — 1. linker Arm in ganzer Länge; *Sepia* — 4. linker Arm am Grunde; *Sepiotheutis* und *Loligo* — 4. linker Arm an der Spitze; *Loliolus* — 4. linker Arm in ganzer Länge.

Ohne hectocotylisirten Arm sind *Ommatostrephes*, *Onychotheutis* und *Loligopsis*.

Rücken des Hectocotylus verbunden, sich umstülpt, und bei dem Hectocotylus von *Argonauta* und *Octopus* als pigmentirte Rückenkapsel bleibt. Der Arm besteht aus einem dickeren napftragenden Theile und einem dünneren, geisselförmigen, welcher die unmittelbare Fortsetzung der Axe des ersteren ist und als Penis fungirt. Der dickere Theil stimmt seiner Structur nach mit einem gewöhnlichen Arme überein, namentlich in Betreff der Nerven und Gefässe. Ausserdem aber findet sich darin eine, die Spermatophoren aufnehmende Samenkapsel, deren Höhlung sich fast bis an das Ende des Penis fortsetzt und hier ausmündet, während die Spermatophoren durch eine in der Rückenkapsel befindliche Oeffnung hineingelangen. Im Hinterleibe der Männchen nämlich liegen die eigentlichen Geschlechtsorgane, die in nichts Wesentlichem von denen anderer Cephalopoden abweichen, und in deren einem Theile auch die Spermatophoren sich bilden. Auf welche Weise die Spermatophore, welche bei *Oct. carena* ausserordentlich lang ist (3''), durch jene äussere Oeffnung in den Samenschlauch des Hectocotylus gelangt, ist nicht vollständig ermittelt. Wahrscheinlich unter einer Umarmung reisst der Hectocotylusarm los, und vermag nun in wunderbarer, an Individualität streifender Selbständigkeit den Penis in die weibliche Geschlechtsöffnung einzusenken, mehrere Tage hindurch seine Lebensfähigkeit bewahrend.

Wie gesagt, haben die meisten anderen Gattungen ebenfalls einen Hectocotylusarm, jedoch weniger auffallend ausgebildet.

5. Die Geschlechtsorgane der Wirbelthiere.

Die vergleichende Anatomie und Entwicklungsge-

Drüsen mit ihren Ausführungsgängen in der engsten Beschichte beweisen, dass nach der ursprünglichen Anlage der meisten zum Genital- und dem eng damit verbunden Harn-Apparat die Wirbelthiere Hermaphroditen sind, und dass nur durch die verschiedene Ausbildung und Rückbildung der verschiedenen Organe die Trennung der Geschlechter hervorgebracht wird. Bei einzelnen Amphibien (*Bufo variabilis* ♂) ist bis in das dritte Jahr hinein neben dem Hoden ein ansehnlicher rudimentärer Eierstock vorhanden. Aechter, bleibender Hermaphroditismus findet sich mitunter bei *Cyprinus carpio*, indem auf der einen Seite ein vollständig ausgebildeter Hode, auf der andern das Ovarium ist. Regelmässig aber ist diese Zwitterbildung bei mehreren Arten von *Serranus*.

Beiderlei Drüsen sind in der Regel symmetrisch. Am häufigsten wird das Ovarium unpaar, wie bei mehreren Fischen (*Petromyzon*, *Scyllium*, *Mustelus* u. a. Haien, *Perca fluviatilis*, *Blennius viviparus* u. a.) und bei allen Vögeln, wo der rechte Eierstock atrophisch wird. Wie bei ihnen, ist wahrscheinlich auch bei allen jenen Fischen das Ovarium ursprünglich paarig. Von den Säugethieren nähern sich die *Monotremata* durch die Verkümmerung des rechten Ovarium den Vögeln.

Viel seltener sind die Hoden unpaar, wie z. B. bei den Myxinoiden.

Die Ausführungsgänge.

Bei mehreren Fischen fehlt jede Spur eines Ausführungsganges sowohl an den Ovarien als an den Hoden (*Cyclostomi*, *Muraenoidei*). Eier oder Samen werden durch Dehiscenz frei, fallen in die Bauchhöhle und wer-

den durch einen hinter dem After gelegenen *porus genitalis* ausgeführt. Bei den meisten Knochenfischen sind Ausführungsgänge als unmittelbare Fortsetzungen der Geschlechtsdrüsen vorhanden, die bald nach kürzerem, bald nach längerem Verlaufe sich vereinigen. Bei einigen Ganoiden *(Acipenser, Polypterus)* münden sowohl die Samenleiter als die Eileiter mit einem *ostium abdominale* frei in die Leibeshöhle. Die Plagiostomen schliessen sich an die Amphibien und Vögel an. Die Eileiter vereinigen sich oben zu einem einzigen *ostium abdominale* und bilden in ihrem unteren Ende ansehnliche Erweiterungen, *uteri**).

Auch bei den übrigen Wirbelthieren, wie bei den zuletzt genannten Abtheilungen der Fische, stehen die Ausführungsgänge nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit den Drüsen, indem die Oviducte sich zur Zeit, wo die Loslösung der Eier geschieht, mit einer oberen, gewöhnlich trichterförmigen und gefranzten Oeffnung an die Eierstöcke legen, der Samen aber durch besondere feine Gefässe, die *vasa efferentia*, in die Samenleiter, *vasa deferentia*, gelangt. Die *vasa deferentia* und die Oviducte sind zwei verschiedene morphologische Elemente, indem sie eine ganz abweichende Entstehungsweise haben. Zum männlichen Geschlechtsapparate stehen nämlich die Wolff'schen Körper, jene für das Fötalleben so wichtigen, bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren, auch bei den Selachiern und einzelnen Knochenfischen bekannten

---

*) Ueber verschiedene Ausnahmezustände und Abweichungen vgl. man J. Hyrtl, Beiträge zur Morphologie der Urogenitalorgane der Fische. (Aus d. 1. Bande der Denkschriften d. m. naturw. Klasse d. k. Academie d. Wissensch. besonders abgedruckt.) Wien, 1849.

ziehung. Die Wolff'schen Körper sind bei den Batrachiern als Nieren persistent; auch bei den Knochenfischen finden sie sich (erkannt von Reichert bei *Cyprinus dobula)*, gehen jedoch verloren, um den bleibenden Nieren Platz zu machen. So ist es auch bei den übrigen Wirbelthieren, wo ihre queren Drüsencanäle bei den Männchen umgewandelt werden in die *vasa efferentia*, und ihr Ueberbleibsel bei den Weibchen das sogenannte Rosenmüller'sche Organ (Nebeneierstock nach Kobelt) ist. Der obere Theil der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper wird bei den männlichen Thieren zum Nebenhoden, der untere zu den *vasa deferentia*, während er bei den Weibchen gewöhnlich mit der transitorischen Drüse völlig verloren geht, und nur bei den Weibchen der Wiederkäuer, Einhufer und Schweine als Rest jener Ausführungsgänge die Gartner'schen Kanäle übrig bleiben. Die Eileiter entstehen nicht aus einer Metamorphose der gedachten Ausführungsgänge, sondern entwickeln sich eigenthümlich. Sie sind schon bei vielen Sauriern und Ophidiern vor ihrer Mündung in die hintere Wand der Cloake etwas erweitert. In der Rückenwand der Cloake der ♀ Urodelen hat von Siebold zwei Gruppen von Blindsäcken entdeckt, welche als *receptacula seminis* fungiren. Die bei allen Vögeln sich findende kurze und musculöse Abtheilung des linken Eileiters, in welchem die Kalkschale sich bildet, kann man als Eihalter *(uterus)* bezeichnen; indessen zeichnet sich erst die Klasse der Säugethiere dadurch aus, dass bei ihnen ein eigener *canalis genitalis* als oberes Ende des gemeinschaftlichen *canalis s. sinus urogenitalis* sich abzweigt. Die obere Partie des *canalis genitalis* ist der die Tuben aufnehmende Fruchthalter, die untere die

Scheide, während der Scheidenvorhof der weiblichen Säugethiere der *canalis urogenitalis* ist.

Die *vasa deferentia* münden bei den Säugethieren in die den Penis durchbohrende *urethra.* Zwischen diesen Mündungen öffnet sich beim Menschen und bei vielen Säugethieren ein kleiner Schlauch *(utriculus prostaticus)*, der nach Weber das Analogon des Uterus, nach H. Meckel das der Scheide, nach R. Leuckart aber als morphologisches Aequivalent entweder des Uterus und der Scheide zusammen oder des einen oder des andern Organs allein zu deuten ist.

Die Begattungsorgane.

Bei den meisten Fischen findet keine wirkliche Begattung statt. Nur die männlichen Chimären uud Plagiostomen besitzen ein Paar an den Trägern der Flossenstrahlen der hinteren Flossen befestigte Haftorgane, welche bei der Begattung zum Festhalten dienen.

Die männlichen beschuppten Amphibien besitzen eine Ruthe, die bei den Ophidiern und Sauriern doppelt, bei den Krokodilen und Cheloniern einfach ist. Dem entsprechend ist die Clitoris der Weibchen. Der Penis der Schildkröten und Krokodile liegt an der vorderen Wand der Cloake und ist mit einer zum Abfluss des Samens dienenden Rinne versehen. Ganz ähnlich verhält sich auch die Ruthe derjenigen Vögel, welche eine solche besitzen (Struthionen, Enten, Gänse, *Penelope, Crax* u. a.). Eben diese Vögel haben auch eine *clitoris.*

Die zahlreichen Lage- und Formverschiedenheiten der betreffenden Theile der Säugethiere aufzuführen, ist hier nicht der Ort.

Ueber die Geschlechtsorgane der *Coelenterata* vergleiche man:

Hollard, *Monographie du genre Actinia. Ann. d. sc. nat.* 3. *sér. XV.*

Kölliker, Die Schwimmpolypen von Messina. Leipzig 1853.

Leuckart, Zool. Untersuchungen. I. Die Siphonophoren. Giessen 1853.

Gegenbaur, Beiträge zur näheren Kenntniss der Schwimmpolypen. Leipzig 1853. (Zeitschr. f. wiss. Zool. V.).

C. Vogt, *Sur les Siphonophores de la mer de Nice. Genève* 1854.

Will, *Horae tergestinae.* Leipzig 1844.

Gegenbaur, Studien über die Ctenophoren. Arch. f. Naturgescht. XXII.

Ueber die Geschlechtsorgane der Asteriden vergl. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig 1842.

Ueber die Geschlechtswerkzeuge der Turbellarien vergl. O. Schmidt, Die rhabdocölen Strudelwürmer aus den Umgebungen von Krakau. Denkschriften der Wiener Academie XV. 1858. und O. Schmidt, Die dendrocölen Strudelwürmer aus den Umgebungen von Gratz. Zeitschr. f. w. Zool. 1859.

Ueber die Geschlechtswerkzeuge der marinen Planarien: Quatrefages, *Sur les Planaires. Ann. d. sc. nat.* 1845.

Ueber die Geschlechtswerkzeuge der Trematoden ausser den älteren bahnbrechenden Beobachtungen v. Siebold's in Wiegmann's Archiv 1836 u. a. die Arbeiten und Abbildungen von Wagener, Ueber Distomeen, Müll. Arch. 1852. Aubert, Ueber *Aspidogaster*, Zeitschr. f. w. Zool. VI; Wedl, Anatomische Beobachtungen über Trematoden i. d. Sitzungsberichten der Wien. Acad. XXVI. 1858. van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux. Paris* 1858.

Ueber Geschlechtswerkzeuge der Cestoden: Van Beneden, *Les vers Cestoides ou Acotyles. Bruxelles* 1850. und Leuckart, Die Blasenbandwürmer. Giessen 1856.

Fr. Müller, Ueber die Geschlechtstheile von *Clepsine* und *Nephelis.* Müll. Arch. 1846.

Hering, Zur Anatomie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurms. Zeitschr. f. w. Zool. VIII.

Ueber die merkwürdigen Geschlechtseigenthümlichkeiten der Ostracoden ist nachzusehen die ausgezeichnete Arbeit von Zenker, Anatomisch-syst. Studien über die Krebsthiere. Berlin, 1854. (A. d. Archiv f. Naturgesch. XX. Jahrg.)

Favre, *Recherches sur l'anatomie des organes reproducteurs etc. des Myriapodes. Ann. d. sc. nat.* 1855.

Fr. Stein, Ueber die Geschlechtswerkz. und den Bau des Hinterleibesskelets bei den weiblichen Käfern. Berlin, 1847.

Ueber die Geschlechtswerkz. der Ascidien vergl. Milne-Edwards, *Observations sur les Ascidies composées. Paris*, 1841.

Ueber die Geschlechtsverhältn. der Muscheln: Lacaze-Duthiers, *Ann. d. sc. nat.* 1854. *II.* und Humbert, ibid. 1853. XX.

Ueber die Geschlechtsorgane der Cephalophoren: Gegenbaur, Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855. Leuckart, Zoolog. Untersuchungen. II. Hft. Semper, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1856. VIII.

W. Peters, Ueber den Bau der Needhamschen Körper. Müll. Arch. 1840. S. 98.

Müller, Ueber das Männchen von *Argonauta Argo* und die *Hectocotylen.* Zeitschr. f. wiss. Zool. 1852. Zusätze dazu ebds. 1853.

Verany u. Vogt, *Memoire sur les Hectocotyles et les mâles de quelques Cephalopodes. Ann. d. sc. nat. XVII.* 1852.

R. Leuckart, Hectocotyliferen in zool. Untersuch. III. 1854.

Ueber die Geschlechtsorgane der Chim. und Plagiost. vergl. J. Müller, Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Berlin, 1845.

J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseld., 1830.

R. Leuckart, Zur Morphologie und Anatomie der Geschlechtsorgane. Göttingen, 1847.

H. Meckel, Zur Morphologie der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der Wirbelthiere. Halle, 1848.

Wittich, Ueber die Generationsorgane der nackten Amphibien. Zeitschr. f. wiss. Zool. IV.

Lereboullet, *Recherches sur l'anatomie des organes genitaux des animaux vertébrés. Nov. Act. Ac. Leop.* 1851.

Zweites Kapitel.

Die typischen Entwicklungsformen.

1. Die Entwicklung der Strahlthiere.

Polypen. Die am meisten in die Augen fallende Vermehrung der Polypen geschieht durch Theilung und Knospung. Die verhältnissmässig seltnere Theilung ist immer nach der Länge und bedingt, jenachdem sie vollständig *(Caryophyllaea)* oder unvollständig *(Maeandrina)*, ein sehr verschiedenartiges Aussehen der Gattungen. Ungleich häufiger ist die Knospenbildung. Bei *Actinia*, welche nur selten Knospen hervorbringt, lösen sich dieselben los; in den meisten Fällen aber geschieht die Ablösung nicht, und so werden, je nach der Stellung der Knospen und dem Orte, an welchem die Colonie sich angesiedelt hat, jene mannichfaltigen Modificationen der Stöcke hervorgebracht.

Die geschlechtliche Fortpflanzung der Polypen ist mit einer Metamorphose verbunden, da die Embryonen als flimmerhaarige, infusorienartige Wesen geboren werden, die sich natürlich erst nach einer Zeit freien Schwärmens festsetzen.

Siphonophoren. Die verschiedenartigen Anhänge des Reproductionscanals der Schwimmpolypen bilden sich auf dem Wege der Knospung, nachdem durch eine Em-

bryoentwicklung vermittelst eines befruchteten Eies die Grundlage des ganzen Stockes gelegt ist. Von dieser Eientwicklung hat man aber bis jetzt nur geringe Spuren verfolgen können, und zwar an einer Diphyide *(Diphyes Sieboldii, Gegenbaur)*. Das Ei geht nach totaler Furchung in einen länglichen Embryo über; an ihm entwickelt sich eine Knospe, die zum hinteren Schwimmstücke sich ausbildet, während die Substanz des Embryo schwindet und sein Rest als der sogenannte Saftbehälter des vorderen Schwimmstückes übrig bleibt.

Gegenbaur, Beiträge zur näheren Kenntniss der Schwimmpolypen. Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 1853.

Scheibenquallen. Es giebt eine, wenn auch, wie es scheint, geringere Anzahl von Scheibenquallen, deren aus den Eiern hervorgehende wimpernde Embryonen sich durch directe Metamorphose wieder zu Quallen gestalten. *Aeginopsis mediterranea*, *Müll. Trachynema ciliatum*, *Ggbr.* Dieser schliesst sich (nach Crohn, Müll. Arch. 1855) an *Pelagia noctiluca*, deren flimmernde Junge schon mit Mund und Magen aus dem Ei schlüpfen, in einer lang gestreckten Form, aus der sie, in die Breite wachsend, in die Scheibenform übergehen.

Bei Weitem die Mehrzahl dieser Quallen ist aber dem Generationswechsel unterworfen und tritt damit in ein intimes Verhältniss zu den sogenannten Quallenpolypen oder *Hydriformia*.

Aus den befruchteten Eiern der Scheibenquallen entstehen infusorienartige Junge, welche vermittelst eines Flimmerüberzuges frei im Wasser umher schwimmen, nach einiger Zeit sich festsetzen und ein polypenartiges Aussehen bekommen.

Die Polypengeneration der *Medusa aurita* gleicht fast vollkommen den Hydern des süssen Wassers und ist als *Hydra tuba* beschrieben; sie vermehrt sich in Polypenart durch Ausläufer *(stolones)* und durch seitliche Knospenbildung, ganz in der Weise der *Hydra viridis* und *fusca*. Endlich sprossen aus dem Vorderende dieser Individuen Medusen hervor, und man findet häufig eine Reihe solcher Medusengemmen über einander, wie eine Reihe Tassen, von denen natürlich die oberste die älteste ist. Sie werden vom Polypen aus ernährt, indem Ernährungskanäle durch sämmtliche Individuen sich hindurchziehen. Diese Gemmen lösen sich los, wenn sie einen gewissen Grad der Ausbildung erreicht haben, und der Cyclus schliesst und beginnt mit ihnen von Neuem.

Es reihen sich an diese *Medusa* noch an *Cyanea capillata*, *Cassiopeia borbonia*, *Chrysaora* und *Cephea*, und bei mehreren ihrer polypenförmigen Larven sind Längsgefässe, sowie eine eigene Leibeshöhle beobachtet, wodurch sie sich durchaus von der *Hydra* des süssen Wassers unterscheiden.

Wie die Ammen der genannten Medusen verhalten sich nun viele polypenartige Wesen, welche ursprünglich als Polypen beschrieben sind; sie zeugen an verschiedenen Stellen ihres Stockes frei werdende Quallensprossen. Da man an einigen dieser letzteren die Bildung von Geschlechtsorganen beobachtet hat, theils während die Medusen noch als Gemmen mit dem Polypenstock verbunden sind (z. B. bei den Sprösslingen von *Campanularia dichotoma*, *Stauridium*, *Podocoryne carnea)*, theils auch nach der Loslösung (bei der Meduse einer *Campanularia* u. a.), so wird man alle diese Gemmen als die höhere Generation anzusehen haben, zumal der Uebergang ihrer

Embryonen (bei der Meduse von *Stauridium [Cladomena]*, einer *Lizzia* und *Oceania)* in einen Polypen und Polypenstock direct beobachtet ist.

An diese Formen schliessen sich diejenigen *Hydriformia* an, welche zwar noch medusenförmige Sprösslinge zeugen, solche aber, welche sich nicht loslösen, sondern eben nur als medusenförmige Generationsorgane des Polypen erscheinen, bis endlich an Stelle der Medusen blosse Eier oder Samen hervorbringende Kapseln sich bilden. Auch diese Fälle ordnen sich dem allgemeinen Gesichtspunkt des Generationswechsels unter, sobald man consequent die Samen- oder Ei-Hüllen als die, wenn auch nicht zur vollständigen Entwicklung gelangende Quallengeneration ansieht. Es wäre in diesem Falle die mit Geschlechtsorganen versehene (eigentlich Geschlechtsorgan seiende) Generation nur der Idee nach die vollkommnere.

Von diesem Standpunkt aus kann man auch die *Hydra* beurtheilen.

Zur Uebersicht lassen wir die von Gegenbaur gemachte tabellarische Zusammenstellung folgen:

Erste Generation (Ammenstöcke).	Zweite Generation. Vollkommene (Medusen).	Zweite Generation. Unvollkommene (sg. Geschlechtsorgane).	Rückkehr zur ersten Generation. Beobachtet von	Literatur.
	Beobachtet von	Beobachtet von		
Hydractinia rosea	—	*van Beneden*	—	Recherches sur l'embryogenie des tubulaires.
— — lactea	—	*van Beneden*	*van Beneden*	Recherches sur l'embryogenie des tubulaires.
— — grisea	—	*Frey et Leuckart*	—	Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere.
Synhydra parasites	—	*Quatrefages*	—	Ann. de sc. nat. II. Ser. XX.
Coryna aculeata	*R. Wagner*	—	—	Isis. 1833.
— — squamata	—	*van Beneden*	*van Beneden*	Recherches s. l'e. d. tub.
— — vulgaris	—	*R. Wagner*	—	Icones zootomicae.
— — fritillaria	*Steenstrup*	—	—	Ueber den Generationswechsel.
Syncoryna pusilla	—	*van Beneden*	—	Recherches s. l'e. d. tub.
— — ramosa	*Lovén*	—	—	*Wiegm.*, Arch. 1833.
— — Sarsii	*Lovén*	—	—	*Wiegm.*, Arch. 1833.
— — sp.?	*Desor*	—	—	An. d. sc. nat. III. Ser. XII.
— — decipiens	*Dujardin*	—	—	An. d. sc. nat. 1845.
— — glandulosa	*Dujardin*	—	—	An. d. sc. nat. 1845.
— — cleodorae	*Gegenbaur*	—	—	Verh. d. ph.-med. Gesellsch. in Würzburg, 1854.
Stauridium	*Dujardin*	—	*Krohn*	Ann. d. sc. nat. III. Ser. XII. *Müll.*, Arch. 1853.
Podocoryna carnea	*Sars*	*Sars*	—	Fauna litor. Norvegiae.
Perigonymus muscoides	*Sars*	—	—	— — —
Eudendrium ramosum	*van Beneden*	—	—	Recherch. s. l'e. d. tub.

Erste Generation (Ammenstöcke).	Zweite Generation. Vollkommene (Medusen). Beobachtet von	Zweite Generation. Unvollkommene (sg. Geschlechts-organe). Beobachtet von	Rückkehr zur ersten Generation. Beobachtet von	Literatur.
Eudendrium ramosum	—	*Cavolini, Krohn, Kölliker*	—	Pflanzenthiere. *Müll.*, Arch. 1843. Bildung d. Samenf. in Bläschen.
Pennaria Cavolinii	—	*Cavolini, Krohn, Kölliker*	—	In dens. Schriften.
Tubularia coronata	—	*van Beneden*	*van Beneden*	Recherches sur l'embryogenie des Tubulaires.
— — calamaris	*van Beneden*	—	—	
— — Dumortieri	*van Beneden*	—	—	
— — indivisa	—	*Krohn, Mummery*	*Mumery*	*Müll.*, Archiv 1843. Journal for microsc. Science 1852.
— — spec.?	—	*Kölliker*	*Kölliker*, *Gegenbaur*	Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853.
Corymorpha nutans	*Sars*	—	—	Bescrivelser og Jagttagelser etc.
Campanularia gelatinosa	*van Beneden*	—	—	Rech. etc.
— — geniculata	*van Beneden*	—	—	
— — geniculata	—	*Lovén*, *M. Schultze*	*Lovén*	*Wieg.*, Arch. 1837. *Müll.*, Arch. 1851.
— — Cavolinii	*Kölliker*	—	—	*Froriep's* Notiz. 1841.
— — dichotoma	*Dalyell*	—	—	*Johnston*, British Zoophytes.
— — sp.?	*Kölliker*	*Kölliker*	—	Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853.
— — sp.?	—	*Gegenbaur, O. Schmidt*	—	Verh. d. ph.-med. Ges. zu Würzb. 1854. Manuscript.
— — sp.?	—	*Gegenbaur*	—	Verh. d. p. m. Ges. 1854.
Plumularia sp.?	—	*Huxley*	—	Philos. transact. 1849. II.
Sertularia misenensis	—	*Cavolini, Krohn,*	—	Pflanzenthiere. *Müll.*, Arch. 1843.
— — abietina	—	*Kölliker*	—	Bildung der Samenfäden.

Wir haben endlich zu erwähnen, dass namentlich in der Familie der Oceaniden die Medusengeneration durch Knospung Medusen zeugt, die an sehr verschiedenen Orten, am und im Magen, an den Ovarien, an der Tentakelbasis und anderswo entstehen.

Gegenbaur, Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung bei Medusen und Polypen, in „Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg, 1854."

Rippenquallen. Aus vereinzelten Beobachtungen (J. Müller, Kölliker, Gegenbaur) scheint hervorzugehen, dass nicht wenige Rippenquallen ohne Metamorphose oder Generationswechsel sich entwickeln. Bei jungen Cydippen aber fand Gegenbaur am Munde zwei kolbenförmige, aus- und einstülpbare Lappen, in deren späterem Verschwinden eine, wenn auch nicht bedeutende Metamorphose besteht.

Gegenbaur, Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren. Arch. für Naturgeschte. XXII.

Echinodermen. Die Entwicklung der Echinodermen, die man, besonders durch die Untersuchungen von J. Müller, aus allen Hauptabtheilungen dieser Klasse kennt, bieten das interessante Beispiel dar, dass die Larven nach einem ganz anderen Typus gebaut sind, als die ausgebildeten Thiere. Alle bis jetzt bekannten Entwicklungsformen der Echinodermen sind nämlich bilateral, symmetrisch nach rechts und links, eine Symmetrie, welche mit der Entwicklung bei den meisten Formen fast spurlos verschwindet und mehr oder minder gewaltsam, d. h. in stätigem oder unmittelbarem Uebergange

mit dem radiären Typus vertauscht wird. Die Formen der Entwicklung sind in folgender Weise zu übersehen:

1) Embryonen der lebendig gebärenden Echinodermen mit frühster Entwicklung zur radialen Form. Das Ei von *Ophiolepis squamata* geht zwar unmittelbar in die Ophiurenscheibe über, in dem Embryo finden sich aber bilaterale Kalkablagerungen, die später resorbirt werden und diese sonst so abweichende Art der Entwicklung mit der der übrigen Echinodermen verbinden.

2) Wimpernde Larven ohne Wimpersäume, mit Kolben zum Anheften an festen Körpern. Diese Entwicklung ist am frühsten und genausten bekannt von *Echinaster Sarsii* und *Asteracanthion Muelleri*, deren Larven in der von der Mutter gebildeten Bruthöhle haften. Der länglich-scheibenförmige Embryo erhält auf dem Scheibenrande einen aus vier Kolben bestehenden Haftapparat; diese Fortsätze sowohl, als ihre gemeinschaftliche Basis sind hohl. Ausserdem aber befindet sich in der Scheibe eine andere Höhlung, welche direct zum Magen der Asterie wird und später eine Oeffnung, den Asterienmund, bekömmt. Ob zwischen den 4 Kolben sich eine besondere Oeffnung als Larvenmund befindet, ist ungewiss. Während der allmähligen Umwandlung der Scheibe in ein Fünfeck und einen Stern, indem gleichzeitig die Ambulaceen sich bilden, wird der Haftapparat nach und nach resorbirt. Die Larven können wegen ihrer Wimperbedeckung auch frei schwimmen, den Haftapparat voran.

3) Pluteusförmige*) schwärmende Larven mit Wimperschnuren. In diese Kategorie gehören die meisten der bis jetzt gefundenen Larven. Der Embryo wird zu einer

*) J. Müller nannte die erste derartige, von ihm gefundene Larve, ohne ihr Endziel zu kennen, *Pluteus*.

vollständig bilateralen Larve, deren Weichtheile häufig von einem, einer Staffelei oder einem Uhrgehäuse vergleichbaren Kalkstabgerüst gestützt werden, und deren Bewegungsorgane statt des allgemeinen Wimperüberzugs in blossen Wimperschnüren bestehen. Sie haben einen vollständigen Verdauungskanal mit Mund, Schlund, Magen, Darm und After. Der Mund liegt immer an der Ventralseite. Die Metamorphose, in welcher die Larve in das Echinoderm übergeht, streift bei einzelnen Formen an den Generationswechsel, indem in der Larve das Echinoderm als Knospe angelegt wird, mit sich kreuzenden Achsen des bitateralen und radialen Typus. Nie wird Mund und Schlund der Larve für das Echinoderm benutzt. Die Larvenreste sind bei der *Bipinnaria* genannten Larve einer Asterie so, dass sich dieselben möglicher Weise mit einem neuen Verdauungsapparat versehen und einen neuen Seestern zeugen können, womit der Generationswechsel vollständig wäre. Weniger beträchtlich sind die Larvenreste der Ophiuren und Echiniden, welche entweder abfallen oder nach und nach resorbirt werden. In diese Abtheilung gehören *Ophiotrix fragilis M. T.*, *Echinus lividus Lam.* und *Echinus pulchellus Ag.*

4) Wurmförmige Echinodermenlarven mit Wimperkränzen. Hierher gehören vor allen die Larven von Holothurien, die sogenannten Aurikularien. Sie stimmen in ihrem ersten Larvenstadium in allen Hauptzügen mit der vorigen Abtheilung überein. Die Pluteusform geht aber durch Auftreibung der ventralen Körperseite und durch das Entstehen von Wimperkränzen, zu denen theilweise auch die erst vorhandene Wimperschnur verwendet wird, in ein Stadium über, worin sie den mit Wimperkreisen versehenen Annelidenlarven gleicht. Ob-

gleich die Metamorphose in diesem Falle eine fast continuirliche ist, wird dennoch wiederum Mund und Schlund der Larve nicht benutzt.

In allen unter 3 und 4 genannten Fällen ist die Anlage des Wassergefässsystems die frühste auf das definitive Echinoderm deutende Erscheinung. Der dazu führende Porus befindet sich an der Rückenseite der Larve. Alle diese Larven, so scheinbar verschieden gestaltet sie auch sein mögen, lassen sich auch aus einer gemeinsamen, von J. Müller schematisch construirten Grundgestalt herleiten, welcher das jüngste Larvenstadium der Holothurien am nächsten kommt. Es bedarf nur einer geringen Modification, um die sonst so sehr abweichenden Formen der Bipinnarien darauf zu beziehen.

Wurmförmig sind auch die Larven der Comatula, eine Asterienlarve und die *Tornaria* genannte Larve; die Beobachtungen darüber sind jedoch noch nicht so weit, dass sie eine umfassende Vergleichung mit den Holothurienlarven zuliessen.

Die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen ist ganz besonders durch J. Müller aufgeklärt in einer Reihe von Abhandlungen, Abh. d. k. Acad. der Wiss. zu Berlin 1848—1853.

---

2. Die Entwicklung der Würmer.

Infusorien. Bei ihnen finden drei Arten der Fortpflanzung statt.

Ganz allgemein scheint die Theilung zu sein, von welcher die äussere Knospenbildung, wie auch bei anderen Thierklassen, physiologisch sich nicht trennen lässt. Die auf diese Weise entstandenen neuen Thiere zeigen keine oder geringe Verschiedenheit vom Mutterthiere.

Bei manchen Vorticellen geht der Theilung die Einziehung und Resorption einiger Organe, nämlich des Peristoms, des Wimperorgans und sogar der Speiseröhre voraus, der Nucleus theilt sich mit, die übrigen Organe aber bilden sich in den Theilungsindividuen neu.

Die zweite Art der Fortpflanzung geschieht durch innere Embryonenbildung oder innere Keimsprösslinge, beobachtet bis jetzt bei den Acineten, Colpodeen, Trachelinen, Oxytrichinen, Bursarien, Vorticellinen, Opalinen. Hierbei ist immer der Nucleus betheiligt, indem er sich theilt. In vielen Fällen scheint eine cyclische Entwicklung der Art statt zu finden, dass der Erzeugung innerer Embryonen die Erzeugung von Generationen durch Theilung oder Sprossenbildung vorangeht. Häufig auch wird der Process durch eine Encystirung eingeleitet, indem die sich contrahirenden Thiere ihre Flimmern verlieren und sich durch Ausschwitzung mit einer ziemlich festen durchsichtigen Hülle umgeben*).

Dass mit der erwähnten cyclischen Entwicklung auch ein Formen-Generationswechsel statt findet, ist vielfach beobachtet. Der innere Schwärmsprössling von *Chilodon cucullulus* ist von Stein als die als *Cyclidium glaucoma* beschriebene Infusorienform erkannt**).

---

*) Nicht selten incystiren sich die Infusorien auch, um ein zeitweiliges Austrocknen der Gewässer zu überdauern.

**) Ich scheue mich vor weiteren Anführungen, da zwei wichtige, diesen Gegenstand behandelnde Arbeiten, erst als künftig erscheinend angekündigt sind. Eine ganz ausführliche Darstellung ist im dritten Theile der *Études sur les infusoires et les rhizopodes par E. Claparéde et J. Lachmann* zu erwarten und nicht minder gespannt darf man auf das schon oben citirte Werk von Stein sein. Die vielfach angegriffenen Behauptungen des Letzteren, wonach die Vorticellen in Acineten übergiengen, diese aber innere Schwärmsprösslinge zeugten, welche sich schliesslich in Vorticellen metamor-

Was die Fortpflanzungs- und Entwicklungs-Verhältnisse der eigentlichen Würmer im Allgemeinen anbetrifft, so haben wir zunächst die in mehreren Klassen vorkommende Theilung und Knospung zu betrachten. Indem wir also hier der sogenannten Quertheilung begegnen, so weichen doch die hierher gehörigen Gattungen in der Art dieser Fortpflanzung ganz wesentlich von einander ab, indem bei *Syllis, Filograna* und wahrscheinlich auch *Myrianida Edw.* diese fälschlich mit dem Namen Quertheilung bezeichnete Zeugung auf blosser Knospenbildung beruht. Bei *Filograna* wächst das neue Thier als wahre Knospe oder Sprosse am Hintertheile des Mutterthieres und hat mit diesem den Darmkanal gemein, wie die noch nicht getrennten, alten und jungen Hydren. Bei *Syllis* und *Myrianida* werden die Verhältnisse scheinbar complicirter, indem, noch ehe die Terminalknospe sich losgelöst, zwischen ihr und dem Mutterthiere schon wieder eine und mehrere neue sich entwickeln, so dass nicht selten an dem Mutterthiere sechs und mehr Tochterindividuen an einander hängen, von denen das hinterste das am weitesten entwickelte und der Loslösung am nächsten stehende ist*).

---

phosirten, werden noch jetzt, wenn auch mit Modificationen, aufrecht erhalten. Stein, Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854.

*) Bei *Filograna Schleideni* habe ich Folgendes beobachtet (E. O. Schmidt, Neue Beiträge u. s. w. S. 37): Im frühesten Stadium, welches ich gefunden, bestand die ganze Knospe aus fünf schwach angedeuteten Ringeln. Am letzten waren die künftig scharf hervortretenden Schwanzspitzen nur als ein leichter Einschnitt zu bemerken. Der vordere, grössere Ringel bildete eine wulstförmige Erhabenheit, stärker als das eigentliche Hinterleibsende des Mutterthieres. Von den Kiemen, welche aus dem Wulste hervortreten, war

Bei den *Microstomeae* dagegen, einer Familie der rhabdocölen Turbellarien, und den Naiden findet eine, natürlich mit Neubildung verbundene wirkliche Quertheilung statt, insofern ganze Abschnitte des Mutterthieres zum Aufbau der Tochterthiere verwandelt werden. Ist es bei den Turbellarien wegen der mangelnden Körpergliederung schwieriger, sich von dem Gesagten zu überzeugen, so findet der Vorgang bei *Nais proboscidea* nach den Beobachtungen von M. Schultze in folgender Weise statt: Bei den aus 30 bis 40 Gliedern bestehenden Individuen tritt in den an einander stossenden Enden zweier mittlerer Glieder eine Neubildung ein, der Art, dass der Gränzstrich der beiden Glieder mitten durch die Neubildung geht. Der dem hinteren Theile angehörige Theil der Neubildung wird zum Kopf des Hinterthieres, in welches also ohne Weiteres ungefähr die Hälfte der Glieder des Mutterthieres übergeht. Aus dem vorderen Theile der Neubildung entwickeln sich eine Anzahl Körper- und Schwanzglieder des Vorderthieres. Noch ehe das Hinterthier sich losgelöst, fängt das Vorderthier der Art an zu produciren, dass aus seinem letzten Gliede ein Mittelthier sich bildet und diese Zeugung aus dem „Aftergelenke" (O. Fr. Müller) dauert unter successiver Ablösung der hinteren Tochterthiere fort bis zur Verkürzung des Vorderthieres auf 12 bis 14 Glieder. Dann pausirt diese Tochterbildung, das Vorderthier wächst zu etwa 40 Gliedern an, und der eben beschrie-

---

noch keine Spur. Auf der folgenden Stufe zählte ich, ausser dem Kiemenwulste, sechs mehr ausgeprägte Ringel. An dem Kiemenwulste treten einzelne Erhabenheiten, als Anfänge der Kiemen, hervor. In dieser Weise schreitet die Entwicklung allmählich vorwärts. Die Kiemen sind zuerst acht cylindrische Papillen u. s. w.

bene Cyclus beginnt von Neuem. Wie lange? ist nicht beobachtet, auch nicht, was aus dem zuerst abgelösten Hinterthiere wird, während die als Mittelthiere entstandenen Individuen ihrerseits den Cyclus von Quertheilungen durchmachen.

Alle diese Würmer pflanzen sich auch geschlechtlich fort, und soweit man bis jetzt bei *Filograna*, *Myrianida* und *Syllis* diese verschiedenen Fortpflanzungsweisen beobachtet hat, findet ein Wechselverhältniss zwischen ihnen statt, d. h. die Thiere scheinen nie zu gleicher Zeit Knospen zu bilden und Samen und Eier zu produciren. Bei den genannten Würmern kann es sogar, so lange nicht das Gegentheil beobachtet ist, zweifelhaft erscheinen, ob überhaupt dasselbe Individuum periodisch durch Theilung proliferiren und dann Samen und Eier erzeugen könne, oder ob es nicht vielmehr nur zu dem einen oder dem anderen geschickt ist, und die Generationen wirklich wechseln. Nach den Beobachtungen von Quatrefages*) würde sogar bei *Syllis monilaris* und *siciliensis* die für den eigentlichen Generationswechsel so charakteristische äussere Unähnlichkeit der Ammen (Vorderindividuum) und Aufgeammten (die als Knospen entstehenden, Geschlechtswerkzeuge bekommenden Individuen) vorhanden sein, während bei den übrigen nur die potentielle Verschiedenheit bleibt.

Bei den Microstomeen und Naiden findet entschieden kein Generationswechsel statt, indem nicht nur dieselben Individuen, welche sich durch Theilung fortge-

*) *Ann. d. sc. nat.* 1854. *IV. Ser. II. Generation alternante des Syllis.* (Sonderbarer Weise hat der französische Forscher die Steenstrupsche Bezeichnung „Amme“ auf die Geschlechtsindividuen angewendet.)

pflanzt haben, häufig später zur geschlechtlichen Fortpflanzung befähigt werden, sondern sogar die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge, Samen und Eier nicht selten in die Theilungsperiode selbst fällt. In der Regel jedoch ist die Fortpflanzung durch Theilung für die eine, die Geschlechtswicklung für die andere Jahreszeit bestimmt.

Als ein gemeinsames Moment der geschlechtlichen Fortpflanzung der Würmer ist anzusehen, dass nach totaler Furchung der Eiinhalt gleichzeitig allseitig mit einer Keimschicht sich umgiebt und also unmittelbar zum Embryo wird, womit die Würmer mit den Strahlthieren übereinstimmen. In einigen Fällen (z. B. von mir an *Amphicora sabella* beobachtet) wird die Dotterhaut selbst zur Bildung der Hautschicht des Embryo verwendet. Im Uebrigen aber lässt sich über den Gang der Entwicklung der Würmer im Allgemeinen nichts sagen, da die Jungen bald ohne Metamorphose das Ei verlassen, bald sehr interessante Verwandlungen durchzumachen haben, die oft mit Generationswechsel verbunden sind. In der Aufeinanderfolge der Anlage der Organe während der Entwicklung findet ebensowenig eine Uebereinstimmung statt, als die einzelnen Abtheilungen der Würmer hinsichtlich ihrer Anatomie sich gleichen.

Strudelwürmer. In den allermeisten Fällen verlassen die Embryonen der Turbellarien dem Mutterthiere so weit ähnlich das Ei, dass ihnen kein eigenthümliches, mit einer Verwandlung endigendes Larvenleben bevorsteht. Sie sind vielmehr unmittelbar nach der Geburt als Strudelwürmer oft bis auf Gattung und Species zu erkennen, was seinen Grund darin haben mag, dass ihnen der für die Larveu der meisten niedrigen Thiere so wichtige

Flimmerbesatz, sei er ein totaler oder in Zonen und Kreise vertheilt, zeitlebens bleibt.

Dass jedoch in dieser Klasse die Metamorphosen nicht fehlen, zeigen die Beobachtungen von J. Müller an zwei Planarien des Mittelmeeres, darunter ein *Stylochus.* Die Larve bildet ein plattes Oval und trägt auf dem stumpfern Vorderende anfangs 2, später 12 Augen. Die Larve wimpert am ganzen Körper, besitzt aber ausserdem ein ansgezeichnetes Räder- oder Wimperorgan, 8 Zipfel oder Fortsätze, über welche sich continuirlich eine Linie grösserer Cilien fortzieht. Die Verwandlung besteht in dem allmähligen Schwinden der Fortsätze und dem Eingehen des Räderorgans; sie ist vollendet, wenn das anfangs $^1/_{10}'''$ lange Thierchen $^1/_2'''$ erreicht hat.

Bei den Nemertinen kommt eine Art von Metamorphose vor, indem noch innerhalb des Eies der kuglige, rotirende Embryo sich der Art häutet, dass aus ihm ein, nunmehr den Nemertinentypus vollständig an sich tragendes Wesen hervorgeht.

O. Schmidt, Die rhabdocölen Strudelwürmer des süssen Wassers. Jena, 1848.

M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald, 1851.

J. Müller, Ueber eine eigenthümliche Wurmlarve aus der Klasse der Turbellarien und aus der Familie der Planarien. Müll. Archiv 1850 und ebend. 1854.

Girard, Researsches upon Nemerteans and Planarians. Philad. 1854. (Entwicklung von *Planocera elliptica.)*

M. Schultze, Zoolog. Skizzen. Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. 1852. (Nemertinen.)

Saugwürmer. Eine Anzahl entwickelt sich ohne Metamorphose, so dass meist schon im Ei die Gattung

des Embryo zu erkennen ist: *Aspidogaster*, *Udonella*, *Gyrodactyli* mit vier Augenpunkten.

Häufiger, wie es scheint, ist der Generationswechsel, bis jetzt vorzugsweise an Arten von *Distomum*, *Monostomum* und verwandten verfolgt. Bei diesen ist der Embryo entweder bewimpert oder unbewimpert, im ersten Falle einfach und fast ohne Organe, im letzten mit Gefässen und meist mit Verdauungsapparat versehen. Die unbewimperten Embryonen *(Distoma duplicatum* — wahrscheinlich zu *Distoma tereticolle* gehörig. *Gasterostomum fimbriatum* — *Bucephalus*. *Distoma holostomum* — *Leucochloridium*) gehen direct, wenn auch mitunter durch Verzweigung *(Bucephalus)* in die Ammen über, die bewimperten Embryonen aber*) werden zu Urammen oder Ammen, indem ihr Wimperkleid fällt.

Die Urammen erzeugen durch Keimzellen ihnen gleichende Ammen, diese ebenfalls durch blosse Keimzellen Cercarien. Sind Urammen und Ammen blos schlauchförmig, wie ohne thierische Organisation, so heissen sie Sporocysten (lebende Keimschläuche). Haben sie einen deutlichen Verdauungs- und Gefässapparat, nennt man sie Redien.

Sie also erzeugen die Generation der Cercarien, deren Organisation schon lebhaft an die Trematode erinnert, welche daraus hervor gehen soll, die aber durch ihr freies Umherschwärmen mit Hülfe eines sehr beweglichen Ruderschwanzes sich auszeichnet. Bei *Distomum cygnoides* wirft die Cercarie im Wasser den Schweif ab und wandert höchst wahrscheinlich direct in die Harn-

*) *Distoma hians*, *nodulosum*, *globiporum*, *cygnoides*, *longicolle*, *folium*, *pinnarum*; *Monostoma mutabile*, *capitellatum*; *Amphistoma suclavatum*.

blase der Frösche durch den Mastdarm. In der Regel aber gehen die Cercarien auf Mollusken nach Abwerfung des Schwanzes eine Art von Verpuppung ein und werden geschlechtsreif, wenn sie in den Darmkanal ihres eigentlichen Wohnthieres versetzt worden sind.

Steenstrup, Ueber den Generationswechsel. Kopenhagen 1842.

de la Valette, Symbolae ad Trematodum evolutionis historiam. Berol. 1855.

Wagener, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Naturkundige Verhandelingen Bd. 13. 1857.

Bandwürmer. Der schon im Bandwurmgliede sich entwickelnde Embryo ist eine sehr contractile Kugel mit drei Paar, nach den Species verschiedenen Häkchen. Zwei Paar besitzt *Tetrarhynchus ruficollis.*

Der an den Ort seiner Bestimmung angelangte Embryo erhält wachsend eine structurlose Haut. Auf ihr bilden sich durch feine, schief sich durchkreuzende Furchen zuweilen Härchen oder Stacheln. Dann treten die Gefässe mit Flimmerläppchen und pulsirenden Endschläuchen, nach ihnen die Kalkkörperchen auf.

Bis zu diesem Stadium gleich, treten von nun an die Gattungen aus einander.

a. Bei *Ligula* und *Caryophyllaeus* bleibt die Schwanzöffnung für immer und die Larve (Cestodensack oder Cestodenblase nach Wagener) geht keine oder nur unwesentliche Modificationen des Kopfes ein.

b. Bei *Triaenophorus* entwickeln sich am Vorderende direct die Haken und flachen Gruben. Ob die Schwanzblase obliterirt oder das Ende abgeworfen wird, ist unentschieden.

c. Bei den *Taeniae inermes,* deren Cestodensack klein

bleibt, versieht sich das eingezogene Kopfende einfach mit Rüssel und Näpfchen. Darauf Gliederbildung, wovon das letzte den pulsirenden Schlauch trägt. Diess wird zuerst abgestossen. Bei den Cestodengattungen mit grosser Schwanzblase wird diess letzte Glied meist vor der Gliedbildung abgeworfen.

Nach Leuckart würden sich die *Taeniae inermes* überhaupt im Wesentlichen wie die *armatae* verhalten.

d. Bei den *Tetrabothriis* verwandelt sich der Vordertheil der Cestodenblase in den Kopf; das Schwanzende mit dem pulsirenden Schlauche wird abgeworfen.

e. *Taeniae armatae.* Das Kopfende der Cestodenblase zieht sich ein; um den so entstandenen Kopfsack häuft sich eine braune Masse. Diese wandelt sich in Zellen um, aus denen der Tänienkopf sich aufbaut.

f. Ganz ähnlich verhalten sich die *Tetrarhynchi.* Bei einigen von ihnen wird der Kopf in der Blase frei und an ihm entwickelt sich ein contractiler Sinus, in den die vier Seitengefässe einmünden. An diese schliesst sich *Dibothrium* an.

In den Fällen unter a und b findet nur eine Metamorphose, kein Generationswechsel statt. In allen übrigen Fällen, sowohl da, wo der unmittelbar aus dem Embryo hervorgegangene und der durch Form- oder Knospenbildung entstandene Kopf, als auch namentlich wo die zahlreichen, an der Cestodenblase gesprossten Köpfchen Glieder zeugen, hat man Generationswechsel vor sich. Die Glieder sind die Geschlechtsthiere, die Köpfe die Ammen dazu.

Literatur oben.

Acanthocephalen. Man kennt ihre Entwicklung noch nicht vollständig, doch scheinen bei den beobachteten Formen, darunter *Echinorhynchus gigas,* nur unwesentliche Umwandlungen vorzukommen (Wagener). Die Embryonen sind ganz mit Stacheln besetzt; neben dem auf dem Scheitelpol befindlichen Loche liegen zwei grosse, später verschwindende Kopfhaken.

Unter den übrigen Rundwürmern zeichnet sich *Gordius* durch eine Metamorphose aus. Seine ausgebildeten Embryone sind kurze, plumpe Würmchen mit einem einstülpbaren doppelten Hakenkranze und einem Stilet am Kopfende. Mit Hülfe dieser Waffen dringen sie aus dem Wasser in verschiedene Insektenlarven. Ihre weitere Verwandlung ist unbekannt.

Die andern Nematoden müssen zwar häufig Wanderungen der verschiedensten Art, aus einem Wirthe in den andern, einem Organ in das andre durchmachen, während dem sie oft längere Zeit incystirt liegen, Metamorphose und Generationswechsel sind ihnen aber fremd.

Gliederwürmer. Weder die Hirudineen, noch die Naiden, noch die Lumbricinen bestehen eine Metamorphose. Die Larve von *Sipunculus* bewegt sich vermittelst eines Kranzes von Flimmern, ist jedoch sehr bald durch ihre Längsmuskeln und den Darmkanal als *Sipunculus* kenntlich. Eine tiefer gehende, in den Grundzügen sehr übereinstimmende Metamorphose findet sehr allgemein bei den Polychäten Grub. statt. Der Embryo verlässt als rundlicher, ganz oder zum Theil mit Flimmerhaaren bedeckter Körper das Ei und schwimmt infusorienartig umher. Nachher streckt er sich, während von dem Flimmerüberzuge nur einzelne Ciliengürtel übrig bleiben. Jetzt treten auch die ersten Andeutungen der

Körpergliederung hervor mit den Anfängen der Fussstummeln und Borsten, und so, jenachdem die Segmentation vorwärts schreitet, bilden sich die Charaktere der Gattung und Species mehr aus.

Grube, Untersuchungen über die Entwicklung der Klepsinen. 1844.

M. Müller, Ueber eine den Sipunculoiden verwandte Wurmlarve. Müll. Arch. 1850.

Krohn, Bemerkungen über die Sexualverhältnisse der Sipunculoiden. Ebendas. 1851.

d'Udekem, Développement du lombric terrestre. Mém. couronn. de l'Acad. roy. de Belgique. T. XXVII.

Milne-Edwards, Observations sur le développement des annélides. Ann. d. sc. nat. III. 1855.

Quatrefages, Mémoire sur l'embryogénie des annélides. Ibid. X. 1848.

M. Müller, Ueber die Entwicklung und Metamorphose der Polynoen. Müll. Arch. 1851.

---

3) Die Entwicklung der Gliederthiere.

Die geschlechtliche Fortpflanzung finden wir unter den Arthropoden in einem einzigen Falle in cyclischer Abwechslung mit der ungeschlechtlichen, nämlich im Generationswechsel der Aphiden.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass aus den im Herbste gelegten und vom männlichen Samen befruchteten Eiern der Blattläuse im Frühjahr nur sogenannte Weibchen ausschlüpfen, die sich den ganzen Sommer hindurch in mehreren Generationen ohne das Zuthun von Männchen fortpflanzen. Diese sogenannten Weibchen stehen zu der aus ihnen hervorgehenden Brut in demselben Verhältniss, wie die Keimschläuche zu den Cercarien: sie sind Ammen, durch welche die Species sich zur Geschlechtsindividualität hindurcharbeitet, welche aber eine

weit grössere Selbständigkeit als die Keimschläuche der Distomen erlangt haben. Die Brut der Aphidenammen erzeugt sich in inneren Keimröhren, welche der Anlage nach den Eierstöcken der wahren Weibchen gleichen, an deren Ausführungsgange aber das *receptaculum seminis* und die Kittdrüsen fehlen. Der Keim der Blattläuse wird ebenso, wie der Embryo im befruchteten Ei, aus Zellen aufgebaut, welche in der hintersten Kammer der Keimröhren ohne eigne einschliessende Membran sich finden, gewöhnlich aber schon in der zweiten Kammer mit einer eigenthümlichen Hülle sich umgeben; diese ovalen Körper wandeln sich dann während des weiteren Herabsteigens in den Keimröhren zur Brut um. Die ersten am Keime hervortretenden Organe sind die Füsse, dann die Fresswerkzeuge. Nun zeigen sich vom Bauchtheile aus die Körpersegmente, während der übrige Inhalt zu den Fortpflanzungs- und Verdauungsorganen verwendet wird. Die letzte Generation sind die geschlechtlich getrennten Blattläuse.

In der Entwicklung aus dem Ei haben die Arthropoden gemeinschaftliche Grundzüge, durch welche sie streng von den anderen typischen Abtheilungen des Thierreichs, namentlich den Mollusken und Wirbelthieren, geschieden werden.

Nachdem eine zellige, den Dotter allseitig umgebene Keimhaut sich gebildet, entsteht durch eine Zusammenziehung derselben der Keimstreifen oder der Primitivtheil*), der sich in die Bauchseite des Em-

---

*) Eine Ausnahme machen, ausser den Räderthieren, die Cyclopiden, deren Keimhaut gleichmässig über den ganzen Dotter gelagert bleibt. Der Embryo wird daher nicht von einem Primitivstreifen aus gebildet. Claus, Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Wiegm. Arch. 1858.

bryo umbildet. Der Keimstreifen theilt sich in ein äusseres und ein inneres Blatt. Diese Trennung ist beobachtet bei den Insekten und höheren Crustaceen; ungewiss bleibt, wie weit sie sich überhaupt über die Arthropoden erstreckt. Aus dem äusseren entsteht die äussere, später erhärtende Hülle des Embryos, zunächst Seiten- und Rückenwand; aus dem inneren sämmtliche Gliedmassen, Nervensystem, auch die musculöse Bauchwand; auch entstehen sehr früh durch Zusammenziehung des inneren Blattes von der Mitte nach den Seiten zu die beiden Keimwülste, als Grundlage der Segmentirung und Gliedmassenbildung und als die der Segmentirung vorausgehende Anlage des bilateralen Typus. Diese Segmentbildung (Ursegment nach Zaddach) in den Keimwülsten ist allen Arthropoden gemein, bald jedoch entstehen diese Segmente vor den Gliedmassen (Insekten), bald umgekehrt (Kruster).

Die weitere Differenzirung des Arthropodenkörpers hängt von der grösseren oder geringeren Entwicklungsfähigkeit der Ursegmente ab und ihrer Fortsätze, womit dann das Hautblatt in enge Verbindung tritt, wenn nicht, wie es bei den niederen Krustaceen der Fall zu sein scheint, jene Sonderung des Primitivtheils in den beiden Schichten weniger prononcirt ist.

Nach Rathke's Untersuchungen ist die Reihenfolge in der Bildung der Organe bei *Astacus fluviatilis* folgende: Andeutung des Abdomen; Oberlippe; Anlage der Keimschicht, welche, den Dotter umwachsend, zum Darmkanal wird; beide Antennen; Oberkiefer; Augen; Afteröffnung; 1. und 2. Unterkiefer; 1. Beikiefer; 2. und 3. Beikiefer; Hinterleibsanhänge; Herz und grosse Gefässe; Seitentheile des Cephalothorax; Nervensystem; Kiemen;

Leber. Der Darmkanal entsteht in zwei Abtheilungen, die vordere bis zum Pylorus, die hintere ist das Darmrohr. Beide wachsen sich entgegen. Die Geschlechtsorgane werden erst nach der Geburt angelegt.

Zaddach's Beobachtungen am Phryganiden-Ei lehren folgende theils gleichzeitig, theils nach einander auftretende Bildungen nach Anlage der Keimwülste: Kopfplatten; Oberkiefersegment; Oberkiefer; 2 Paar Unterkiefer; Brustgliedmassen; Antennen der Larve; Oberlippe; Hinterleibsspitze; After; Verwachsung der Schädelplatten zum Schädelgewölbe; Umdrehung des Embryos durch Zusammenziehung der Keimwülste; Speiseröhre und Rectum; Auge und Nervensystem; Malpighi'sche Gefässe; Spinn- und Speichelgefässe; Rückengefäss.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt alsdann, dass am Körper der Arthropoden 5 Abschnitte zu zählen sind: Vorderkopf, Hinterkopf, Brust, Abdomen und Postabdomen, welche nach den verschiedenen Klassen und Ordnungen verschieden ausgebildet sind. Siehe S. 100 ff.

Nicht nur die meisten Insekten, auch viele Crustaceen sind einer Metamorphose unterworfen. So verlassen die Rankenfüsser, Parasiten, die meisten Lophyropoden und die Phyllopoden das Ei in einer von dem ausgewachsenen Zustande sehr verschiedenen Gestalt, in der sie aber grosse Aehnlichkeit unter einander haben. Der Körper der Jungen ist ei- oder birnförmig, trägt an dem stumpferen Vorderende ein einziges Auge und ist mit zwei bis drei Paar Ruderfüssen mit langen Borsten versehen. Diese Larven bestehen eine mehrmalige Häutung, mit denen die Metamorphose weiter schreitet und vollendet wird. Auch die

Decapoden, namentlich die Kurzschwänze, erleiden eine grössere oder geringere Verwandlung.

Rathke, Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Flusskrebses. 1829.

Ders., Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte, 1833. III. (*Asellus*, *Oniscus*, *Daphnia*, *Lynceus*.)

Rathke, Beiträge zur vergl. Anatomie und Physiologie. 1842. (Larven der Decapoden.)

Ueber die Larvenzustände der niederen Crustaceen vergl. Burmeister, Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüsser.

Ferner Nordmann, Micrographische Beiträge u. s. w. 2. 1832.

Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. 1815.

Zaddach, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau der Gliederthiere. I. Die Entwicklung des Phryganideneies. 1854.

---

4. Die Entwicklung der Weichthiere.

Bryozoen. Man kann die infusorienartigen Embryonen von *Alcyonella stagnorum* für eine Ammenform erklären und die Entwicklung dieses Thieres dem Generationswechsel unterordnen, indem man die Thatsachen nur einfach nach dem Princip des Generationswechsels zu deuten braucht. Es wird nämlich auch bei *Alcyonella* und Verwandten erst die zweite Generation der eilegenden Form ähnlich, indem der infusorienartige Embryo, noch während er im Ei eingeschlossen ist, in seinem Inneren zwei Keime entwickelt, also für diese ein wahrer Keimschlauch, eine wahre Amme im Sinne des Generationswechsels ist. Die Amme setzt sich sehr bald nach dem Ausschlüpfen fest und verliert ihre Selbständigkeit, aber nicht ihre Nützlichkeit für das nunmehr hervortretende junge Alcyonellenpaar, indem diesem die geborstene chitinisirte Hülle der Amme als eine Art Gehäuse dient.

Selbst bei denjenigen Bryozoen, wo aus dem infusorienartigen Embryo zunächst ein einziger Polyp hervorgeht, stehen die beiden auf einander folgenden Zustände im Verhältniss des Keimschlauches zum Keim oder der Amme zum Aufgeammten.

Salpen. Die in der Nähe des Darmkanals liegenden, schlauchförmigen Hoden sind bei den neugeborenen Salpen noch gar nicht sichtbar; es können sich daher nur Salpen verschiedener Ketten befruchten. Dagegen entstehen die Eier schon sehr früh. Wenige Salpen (S. *zonaria* und *microstoma)* haben 3 bis 5 Eier, die meisten nur eins, das in einer besonderen Eikapsel (Eierstock) liegt. Der Stiel dieser Kapsel verkürzt sich nach der Befruchtung, und dadurch wird mit dem Ei eine zapfen- oder beerenförmige Auftreibung des inneren Mantels in der Athemhöhle gebildet. Durch Abschnürung des einen Theils der Dotters entsteht eine Art von *placenta* oder Fruchtkuchen, dessen Höhlung dem mütterlichen Blutstrom eine grössere Contactfläche behufs der Ernährung des Embryo darbieten soll. Zur Anlage des Embryo wird also nur ein Theil des (total gefurchten) Dotters verwendet. Der Embryo bildet sich auf dem Dotter als eine Aufwulstung, welche sich zunächst mit einer Höhlung, der Athemhöhlung versieht. Bald zeigt es sich auch durch Entstehung des *nucleus*, dass der Embryo mit der Bauchfläche dem Fruchtkuchen anhaftet. Weiter treten auf Herz und Nervenknoten; ferner die Kieme. Wir verfolgen die weitere Entwicklung nicht und erwähnen nur noch ein eigenthümliches, aus grossen Zellen bestehendes Embryonalorgan, den sogenannten Oelkuchen, ausgezeichnet durch seinen Blutreichthum.

Der reife Embryo reisst sich von seiner Anheftungs-

stelle los und wird aus der mütterlichen Athemhöhle durch die Cloakenöffnung entleert.

Diese solitären Salpen sind Ammen, von den Ammen der meisten Thiere durch ihre hohe Entwicklung abweichend. Sie gleichen der Geschlechtsgeneration äusserlich bis auf geringe Abweichungen, wegen welcher sie von den meisten früheren Forschern als besondere Arten verzeichnet worden sind. Ihr Fortpflanzungsorgan ist ein Keim- oder Knospenstock, ein hohles hakenförmiges Gebilde, umgeben von einer Scheide des äusseren Cellulosenmantels. Aus diesem Keimstock sprossen als zweite Generation die Salpenketten hervor und zwar in einzelnen in dem Fortschritt der Entwicklung übereinstimmenden Sätzen. Nach den Beobachtungen von Eschricht und Leuckart entsteht jede Salpe an der Keimröhre durch die Verschmelzung zweier, anfänglich ganz getrennter Stücke oder Knospen. Nachdem aber die Salpenkörper angelegt, stimmt die weitere Entwicklung im Wesentlichen mit der oben angegebenen der solitären Salpen überein.

Vogt, Salpen. Bau und Entwicklungsgeschichte. In: Bilder aus dem Thierleben. Frankf., a. M. 1852.

Leuckart, Zool. Untersuchungen. II. Giessen, 1854.

Ascidien. Sowohl bei den einfachen, als bei den zusammengesetzten Ascidien ist die geschlechtliche Fortpflanzung mit einer Metamorphose oder auch mit Generationswechsel verbunden. Die Larve der einfachen Ascidien ist geschwänzt, setzt sich dann mit ihrem Vorderende fest, indem das bisherige Bewegungsorgan verloren geht. M. Edwards will beobachtet haben, dass mit dem Kerne der Larve innerhalb der nun-

mehr fixirten Hülle eine Drehung stattfände, wodurch der ursprünglich vordere Pol wiederum nach vorn gekehrt würde.

Auch unter den zusammengesetzten Ascidien giebt es Gattungen mit einfachen Larven. Der Kern der geschwänzten Larve von *Botryllus* theilt sich dagegen in acht Individuen, regelmässig gruppirt um eine Höhlung, die später zur gemeinschaftlichen Cloake wird. Nach Grundlegung des Stammes geschieht das Anwachsen der polypenartigen Stöcke der *Ascidiae compositae* durch Knospung. Die Knospen wachsen aus dem Abdominaltheile der inneren Hülle. Die regelmässige Gruppirung zu Systemen scheint dadurch verursacht zu werden, dass auf einem gemeinsamen, stolonenartigen Absenker des Mutterthieres mehrere junge Individuen (ein System) vereinigt bleiben.

Acephalen. Einige unzusammenhängende Beobachtungen über die Entwicklung der Brachiopoden, die wir bisher haben, sind nicht geeignet, uns eine Vorstellung über diese Verhältnisse zu geben.

Dagegen sind nicht wenige Repräsentanten der Lamellibranchiaten auf ihre Entwicklung untersucht. Es geht aus diesen Untersuchungen hervor, dass ein, die Entwicklung der ganzen Abtheilung beherrschender Plan, wie er z. B. innerhalb der Insektenwelt so prägnant auftritt, nicht existirt. Noch viel weniger aber ergeben sich wesentliche gemeinschaftliche Gesichtspunkte, unter welchen sich, selbst mit Ausschluss der Molluscoiden, die Acephalen, Cephalophoren und Cephalopoden zusammenfassen liessen.

Der Anlage von Körpertheilen scheint bei allen Lamellibranchiaten nach totaler Furchung die Bildung einer

allseitigen Keimschicht voranzugehen. Von hier aus sind wenigstens drei Arten der weiteren Entwicklung anzunehmen. Die eine, einfachste, welche fast ganz ohne Anlage besonderer Embryonalorgane, mithin ohne Metamorphose verläuft, findet sich bei *Cyclas calyculata.* Sehen wir von einer wimpernden, centralen Höhlung des Embryo ab, deren Bedeutung für das Eileben unbekannt, so treten zuerst ein Paar flimmernde Wülste als die späteren Mantelhälften auf; zwischen ihnen bildet sich der Fuss, und in weiterer Folge zeigen sich, anfangs als winzige Concretionen, die Schalenhälften, Leber, Kiemen, Fussganglien mit Gehörbläschen. Diess ist zugleich der Moment, wo das bisher zellige Gewebe eine faserige Beschaffenheit annimmt. Schon jetzt ist die Muschel unverkennbar und noch entschiedener ist die Lamellibranchiate ausgeprägt, nachdem auch Herz und Afterdarm aufgetreten. Auf dieser Stufe wird *Cyclas calyculata* geboren.

Bei *Cyclas cornea* dagegen bildet sich zuerst eine zum Magen werdende centrale Höhlung, dann die Mundvertiefung, der Fuss, eine zweite hintere Einstülpung, welche als Darm der vorderen entgegenkommt. Nun erst tritt der Mantel mit den Schalen auf und ein Byssusorgan.

Kein Anknüpfungspunkt zwischen diesen und den Najaden. Nach frühster Anlage der beiden Schalenhälften und eines verhältnissmässig mächtigen Schliessmuskels theilt sich bei *Unio pictorum* die Dottermasse in zwei, am Schalenrücken in einander übergehende Hälften. Die früher oft behauptete und als wunderbar ausgegebene Trennung des Embryo in zwei scheinbar ganz selbständige Hälften tritt keineswegs in so auffallender

Weise ein. Die Schalen bekommen nun an der Bauchseite je einen beweglichen, dreiseitigen und mit Höckerchen oder Zähnchen versehenen Aufsatz, und weitere Embryonalorgane sind eigenthümliche glashelle Stacheln, welche mit einem flaschenförmigen, zellenartigen Ende dem Dotter eingepflanzt sind. Dem späteren Leben ganz fremd ist auch ein, einen langen zusammengeknäulten Faden spinnendes Byssusorgan. Es geht aus dem Gesagten hervor, dass bisher von den bleibenden Organen der *Unio*, welcher sich *Anodonta cygnea* ziemlich eng anschliesst, fast nichts angelegt ist. Die weitere Entwicklung dieser Metamorphose ist aber nicht bekannt.

Die dritte Entwicklungsform, gleichfalls mit einer bedeutenden Metamorphose verknüpft, zeigt sich an einer Anzahl von Seemuscheln aus den Gattungen *Modiolaria*, *Montacuta*, *Mactra*, *Mytilus*, denen sich, namentlich wegen der Bildung des sogenannten Segels, auch *Teredo* anschliesst. Die frühsten Zustände kennt man am besten von *Modiolaria marmorata*. Indem die Dottermasse sich allseitig zum Embryo umwandelt, bedeckt sich derselbe ganz mit einem Flimmerüberzug. Zwei kleine Hervorragungen breiten sich, allmälig zusammenwachsend, schirmartig aus; dieser Schirm erhält, während die allgemeine Flimmerung verschwindet, einen Besatz ausgezeichnet langer Cilien und wird zum sogenannten Segel (*velum*), welches auch in der Entwicklung der Cephalophoren eine grosse Bedeutung hat. Es ist noch während der ersten Zeit nach der Geburt das Bewegungsorgan, wird später rückgebildet und bleibt persistent als die Lippentaster. Gleich nach Anlage des Segels tritt aus der Mitte desselben eine längere Cilie, das sogenannte *flagellum*. Ihm entgegengesetzt bildet sich die Muschel. Nun erst zeigt

sich der Mantel; die Muschel wächst, so dass sich das Velum ganz unter sie einziehen kann. Es folgen Magen, Leberlappen, Darm, Speiseröhre, Mund, After. Von Fuss und Herz ist in dieser ganzen Zeit noch nichts bemerkbar. Auch die Kiemen gehören in eine spätere Periode, wie aus den an *Mactra* und *Mytilus edulis* angestellten ergänzenden Beobachtungen sich ergiebt.

O. Schmidt, Ueber die Entwicklung von *Cyclas calyculata Drap.* Müll. Arch. 1854.

Leydig, Ueber *Cyclas cornea.* Müll. Arch. 1855.

O. Schmidt, Zur Entwicklungsgeschichte der Najaden. Sitzgsber. d. Wien. Acad. 1856. XIX.

Lovén, Kongl. Vetensk. Acad. Handl. för är 1848. Auch besonder. Abdr. Auch Wiegm. Arch. 1849. XV. I. (*Modiol.*, *Mactra* etc.)

Quatrefages, Embryogénie des Tarets. Ann. d. sc. nat. 1849. *T.* 11.

Cephalophoren. Auch die Gasteropoden gehen nach Abschluss der Furchung in sehr verschiedener Weise aus einander.

Eine grosse Anzahl von Gasteropoden haben mit den pelagischen, schwärmenden Larven der Lamellibranchiaten das Segel gemein, in der Reihenfolge der Anlage der Organe ist aber innerhalb dieses Haufens wiederum gar keine Uebereinstimmung. Da das Segel rückgebildet wird, so bestehen die damit versehenen Gasteropoden eine mehr oder minder bedeutende Metamorphose. Diese wird am auffallendsten bei den *Gasteropoda gymnobranchiata* durch das Vorhandensein einer transitorischen Schale mit Deckel.

Gleich zu Anfang der Entwicklung der Nacktschnecken kerbt sich der eine Eipol ein, und es ent-

steht das *velum* als zwei mit langen Flimmercilien gesäumte Lappen, die Bewegungsorgane des Embryo im Ei und nach dem Auskriechen. Unterhalb dieser Lappen ist der Fuss hervorgekommen, während sich das Hintertheil der jungen Schnecke mit einer sehr dünnen und zierlichen, kahn- oder pantoffelförmigen Schale umgeben hat. Der Embryo kann sich ganz in diese zurückziehen, sie auch, wie so viele Gasteropoden, mit einem auf der Rückenfläche des Fusses angehefteten Deckelchen verschliessen. Die Reihenfolge, in der die inneren Organe auftreten, ist für die verschiedenen Gattungen nicht dieselbe; und noch grössere Variationen dieser Aufeinanderfolge stellen sich heraus, wenn man die übrigen Gasteropoden, namentlich Kammkiemer und Pulmonaten, mit zur Vergleichung zieht.

Nachdem die Gymnobranchiate in der Gestalt einer Gehäusschnecke, aber noch mit dem *velum* versehen, das Ei verlassen und eine, für die einzelnen Gattungen sehr ungleiche Zeit (einige Tage bei *Tergipes lacinulatus*, mehrere Wochen bei *Actaeon)* mit Hülfe der Cilien umhergerudert, beginnt die Rückbildung des *velum*, die Wimperlappen schrumpfen zusammen, mit ihnen verschwinden die Wimpern, und der Fuss wird das Bewegungsorgan. Dann wird Schale und Deckel abgeworfen; der Fuss muss sich nach hinten verlängern und mit dem zur Zeit des Gehäuses bruchsackartigen Eingeweidesack verwachsen. Obwohl die Nacktschnecke jetzt unverkennbar, fehlt doch noch viel zur Vollendung; so wachsen z. B. bei *Tergipes* die vielen hohlen, mit dem Darm zusammenhängenden Zotten, erst ganz allmählich.

Von den übrigen Schnecken zeigen besonders die

Kammkiemer*) das Segel, sowohl die des Meeres als die Süsswassergattung *Paludina.* Bei letzterer erreicht es jedoch nicht die lappenartige Ausdehnung, wie bei den anderen.

Die Entwicklung der Gehäuspulmonaten verläuft ohne Metamorphose (auch *Ancylus lacustris* zeigt keine Spur von Verwandlung); ist nun auch in der Entwicklung der Limacinen keine eigentliche Verwandlung, so verdienen sie doch eine besondere Beachtung theils wegen eines eigenthümlichen Embryonalorgans, theils weil sie die einzigen Cephalophoren sind, deren Entwicklung Anknüpfungspunkte mit derjenigen der Cephalopoden darbietet.

Nachdem der Embryo, ohne dass sich eine bestimmt von der übrigen Dottermasse sich abhebende Keimschicht gebildet, eine Zeit lang mit Hülfe von Cilien im Ei rotirt hat, entsteht durch Theilung der grossen Dotterzellen eine Platte, welche später zum Schild wird. Darauf tritt eine zweite Platte auf, der Fuss. Mit ihr zugleich erscheint eine contractile Schwanzblase, ein provisorisches herzartiges Organ, welche Anfangs allein, dann

---

*) Bei *Purpura lapillus* und *Buccinum undatum* haben Koren und Danielssen die höchst merkwürdige Beobachtung gemacht, dass zur Bildung eines Embryo immer 40 bis 60, ja bis 130 Eier zusammentreten. Wiederholte Untersuchungen dieser ausgezeichneten Forscher haben diese, von verschiedenen Seiten angezweifelten Beobachtungen lediglich bestätigt. Durch dieses ursprüngliche Zusammentreten eines massigeren Baumaterials wird dasselbe erreicht, was bei *Neritina fluviatilis* auf anderem Wege geschieht. Hier nämlich entwickelt sich von den 45 bis 60 in einer Kapsel befindlichen Eiern nur ein einziges zum Embryo. Die übrigen machen die Furchung durch, werden aber in ihrer weiteren Entwicklung gehemmt und von jenem Embryo als Nahrung aufgeschluckt. Auch *Neritina fluviatilis* hat das Segel.

aber mit den gleichfalls contractilen Wandungen des Dottersackes den Säftelauf des Embryo regulirt. Nachdem nämlich im Schild ein dunkler Fleck als erstes Schalenrudiment bemerklich geworden, der Schild auch sich vollständig von der Dottermasse abgehoben, gleichzeitig aber über und aus der Bauchplatte sich mehrere Hügel als Anlage der Tentakeln und Seitenwände der Mundhöhle sich erhoben, ist zwischen diesen Theilen ein Dottersack hervorgetreten, der mithin aus der Nackengegend hervorhängt. Auf ihm liegt auch ein paariges drüsiges Organ, welches als Urniere, eine Art von Wolff'schem Körper, zu functioniren scheint. Während der weiteren Entwicklung, indem nach einander Zunge, untere Schlundganglien, die Augenlinsen, Niere, Herz, zuletzt der Darmcanal auftreten, wird der Inhalt des Dottersackes verbraucht; die weit hinten im Körper liegenden Dotterblindsäcke werden unmittelbar zur Leber, der Nacken hat sich mit dem Schwinden und Zurückziehen des Dottersackes geschlossen, und die Schwanzblase verkümmert.

Die Pteropoden entwickeln sich nach zwei Typen. Der eine, mit den Hyaleaceen und Cymbulien schliesst sich eng an die mit dem Velum versehenen Gasteropoden an. Der Embryo erhält einen in das Velum übergehenden Wimperkreis. Ein unterhalb der Vereinigungsstelle beider Lappen befindlicher kurzer Zapfen ist der Fuss. Die späteren Flossen scheinen nicht als Homologon des Gasteropodenfusses aufgefasst werden zu dürfen, sondern ihre Entstehung zum Theil wenigstens den Segellappen zu verdanken.

Der andre Typus kommt den Clioideen (*Pneumodermon)* zu, deren wurmförmige Larven drei Wimperkränze

besitzen. An die Stelle des ersten treten die Flossen, ohne dass der Kranz direct in sie übergeht. Aus dem zweiten geht theilweise die „Seitenkieme“ (Gegnbr.) hervor.

Die Heteropoden schliessen sich in ihrer Entwicklung, namentlich in den ersten Stadien, ganz eng an die marinen, segeltragenden Gasteropoden an.

Vogt, *Recherches sur l'embryogénie des mollusces gastéropodes. Ann. d. sc. nat.* 1846. *VI.*

Nordmann, Ueber die Entwicklung des *Tergipes Edwardsii. Ann. d. sc. nat.* 1846. *V.*

M. Schultze, Ueber die Entwicklung des *Tergipes lacinulatus.* Wiegm. Arch. 1849.

Leydig, Ueber *Paludina vivipara.* Zeitschr. f. wiss. Zool. II. 1850.

Koren u. Danielssen, Bidrag til Pectinibranchiernes Utviklingshistorie. 1851 und erweitert in *Fauna lit. Norvegiae. Bergen* 1856.

Claparéde, Anatomie und Entwicklungsgesch. von *Neritina fluviatilis. Müll. Arch.* 1857.

O. Schmidt, Ueber die Entwicklung von *Limax agrestis.* Müll. Arch. 1851.

Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855.

Cephalopoden. Noch ehe die Furchung eintritt, während die Eier im Eierstock von ihren Kapseln umgeben sind, beobachtet man merkwürdige, nach den verschiedenen Familien abweichende Faltungen der Dotterhaut. Die Furchung ist eine partielle, beschränkt auf den spitzen Eipol, gewöhnlich etwas zur Seite.

Die Anlage des Embryos beginnt nicht mit einer allseitigen Keimschicht. Es bildet sich zuerst, flach auf dem Dotter aufliegend, der hintere Theil des Körpers, nämlich der Mantel, und an diesem Embryonaltheil ent-

stehen nach allen Seiten hin die anderen Organe, aus den inneren Schichten vorzugsweise die vegetativen, aus den äusseren die animalen, ohne dass sich die einen und die anderen durch besondere Lage und Reihenfolge trennten. So erblickt man gleich nach dem Mantel die Augen, sowie die weit von einander entfernten Hälften des Trichters. Es erscheinen ferner die Knorpel des Mantelschlosses, die Kiemen, die ersten Armpaare, Alles flach auf dem Dotter um den Mantel, als Centrum, ausgebreitet.

Indem aber in der Folge ein Kopftheil des Embryos und ein über demselben sich erhebender Rumpf- oder Manteltheil sich strenger scheiden, schnürt sich der Embryo durch näheres Aneinandertreten seiner bisher peripherischen Theile mehr und mehr vom Dotter ab, so jedoch, das er zugleich eine Dotterpartie in einem, von der innersten Lage des centralen Keimes gebildeten inneren Dottersacke in sich aufnimmt. Der äussere Dottersack, gebildet dadurch, dass der peripherische Theil des Keimes den Dotter umwächst, und bedeutend grösser als der Embryo, hängt am Kopfe desselben. Er schwindet, indem sein Inhalt nach und nach in den inneren Dottersack übergeht und von da aus verbraucht wird.

Der Anknüpfungspunkte mit der Entwicklung der übrigen Mollusken sind höchst wenige; ja es sind nur die Limacinen, die sich in einigen nicht unwichtigen Momenten an die Cephalopoden anschliessen. Auch sie legen einen Primitivtheil an, besitzen einen äusseren und einen mit diesem zusammenhängenden inneren Dottersack, endlich entsteht bei beiden der Darmcanal ohne unmittelbare Benutzung des inneren Dottersackes.

Kölliker, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. 1844.



